



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL
SUELO EN ÁREAS CON CULTIVOS TRANSITORIOS DE LA
PARROQUIA PIMAMPIRO, PROVINCIA IMBABURA”

Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

AUTORES:

Alex Darío Cabascango Cuascota

Stalin Javier Parra Madera

DIRECTORA

Ing. Gladys Neri Yaguana Jiménez, MSc.

Ibarra – Ecuador

2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL
SUELO EN ÁREAS CON CULTIVOS TRANSITORIOS DE LA
PARROQUIA PIMAMPIRO, PROVINCIA IMBABURA”**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, previa a la obtención del título de:
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

Ing. Gladys Yaguana, MSc.

DIRECTORA



FIRMA

Ing. Gabriel Chimbo, MSc.

ASESOR



FIRMA

Ing. Santiago Cabrera, MSc.

ASESOR



FIRMA

IBARRA - ECUADOR
NOVIEMBRE, 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hacemos la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD	100384269-5	
APELLIDOS Y NOMBRES	Cabascango Cuascota Alex Darío	
DIRECCIÓN:	Ibarra - Imbabura	
EMAIL:	darioms16@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0997330507

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD	100425559-0	
APELLIDOS Y NOMBRES	Parra Madera Stalin Javier	
DIRECCIÓN:	Pimampiro - Imbabura	
EMAIL:	stalin_parra@yahoo.es	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0994519590

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN ÁREAS CON CULTIVOS TRANSITORIOS DE LA PARROQUIA PIMAMPIRO, PROVINCIA IMBABURA
AUTORES:	Alex Darío Cabascango Cuascota Stalin Javier Parra Madera

FECHA:	21 de noviembre de 2019
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
DIRECTORA:	Ing. Gladys Yaguana, MSc.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y son titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de noviembre de 2019

LOS AUTORES:



.....
Cabascango Cuascota Alex Darío

CI.: 100384269-5



.....
Parra Madera Stalin Javier

CI.: 100425559-0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotros, ALEX DARÍO CABASCANGO CUASCOTA, con cédula de identidad Nro. 100384269-5 y STALIN JAVIER PARRA MADERA, con cédula de identidad Nro. 100425559-0; manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra de trabajo de grado denominada **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN ÁREAS CON CULTIVOS TRANSITORIOS DE LA PARROQUIA PIMAMPIRO, PROVINCIA IMBABURA”** que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingenieros en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.



Cabascango Cuascota Alex Darío
CI.: 100384269-5



Parra Madera Stalin Javier
CI.: 100425559-0

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 21 de noviembre de 2019

ALEX DARÍO CABASCANGO CUASCOTA

STALIN JAVIER PARRA MADERA

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN ÁREAS CON CULTIVOS TRANSITORIOS DE LA PARROQUIA PIMAMPIRO, PROVINCIA IMBABURA

TRABAJO DE GRADO

Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra. Ec. 21 de noviembre de 2019.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana, MSc.

El objetivo de la presente investigación fue la evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo en áreas con cultivos transitorios en la parroquia de Pimampiro con el fin de proponer estrategias para mitigar su degradación. Entre los objetivos específicos se buscó identificar las áreas erosionas y conocer cuál es el estado actual de las propiedades físicas y químicas del suelo para proponer estrategias de conservación.

Ibarra a los 21 días del mes de noviembre de 2019



Cabascango Cuascota Alex Darío

AUTORES



Parra Madera Stalin Javier

DIRECTORA



Ing. Gladys Yaguana, MSc.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores ALEX DARÍO CABASCANGO CUASCOTA, con cédula de identidad Nro. 100384269-5 y STALIN JAVIER PARRA MADERA, con cédula de identidad Nro. 100425559-0, bajo mi supervisión en calidad de directora.



Ing. Gladys Yaguana, MSc.

DIRECTORA

Ibarra, a los 21 días del mes de noviembre de 2019.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios y a nuestros padres por habernos dado la vida y la oportunidad de fortalecernos día a día para cumplir nuestros objetivos.

Agradecer a nuestra directora de Trabajo de Titulación la Ing. Gladys Yaguana, M.Sc. por el apoyo incondicional durante el desarrollo de la presente investigación.

De igual manera a nuestros asesores el Ing. Gabriel Chimbo, M.Sc y la Dra. Ingrid Martínez quienes, con su gran conocimiento y apoyo, permitieron el desarrollo de esta investigación.

Asimismo un cordial agradecimiento a los pobladores de la parroquia Pimampiro, por la apertura que nos brindaron y la confianza que tuvieron en nosotros.

Alex Darío Cabascango Cuascota
Stalin Javier Madera Parra

DEDICATORIA

Con todo el cariño y amor eterno quiero agradecer a mis queridos padres Dolores y Miguel, que con sus esfuerzos, apoyo y sacrificio me han dado la oportunidad de crecer y formarme como profesional.

A mis hermanas Guadalupe, Norma y Laura quienes depositaron su confianza en mi formación humanística, académica y profesional.

*A mi novia Mishele por el constante apoyo brindado en cada paso de mi vida.
Nada más que darle las gracias infinitas.*

Alex Darío Cabascango Cuascota

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme estar hoy aquí. A mis padres Susana y Florencio, quienes han sido siempre mi refugio, les doy gracias por el apoyo incondicional, el amor que me han dedicado en todo momento y por todos sus esfuerzos realizados, los mismos que hoy me permiten ser una buena persona y un excelente profesional.

A mis hermanos Christopher y Justin quienes me han inspirado a seguir adelante con mis estudios, quienes espero me vean como un ejemplo en sus vidas.

A mi hijo Derlis quien es la persona que me motiva a seguir día a día esforzándome, a él le debo mis ganas de superación.

Stalin Javier Parra Madera

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Páginas
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Revisión de Antecedentes	1
1.2. Problema de Investigación y Justificación.....	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivo Específicos.....	4
1.4. Pregunta de investigación	4
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Marco teórico referencial	5
2.1.1. Erosión del suelo	5
2.1.2. Ecuación universal de pérdida de suelo.....	5
2.1.3. Propiedades físicas del suelo	6
2.1.4. Propiedades químicas	7
2.1.5. Pendientes.....	10
2.2. Marco legal.....	11
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	13
3.1. Descripción del área de estudio	13
3.2. Métodos.....	15
3.2.1. Identificación de las áreas erosionadas en función de las principales pendientes aplicando Sistemas Información Geográfica	15
3.2.1.1. Recopilación de información	15
3.2.1.2. Elaboración del mapa de uso de suelo y cobertura vegetal.....	15
3.2.1.3. Elaboración del mapa de cultivos transitorios	15
3.2.1.4. Elaboración del mapa de erosión.	15
3.2.1.5. Elaboración del mapa de aptitudes agrícolas	16
3.2.2. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo de las áreas de estudio.....	16
3.2.2.1. Muestreo no probabilístico.....	16
3.2.2.2. Muestreo en campo	16
3.2.2.3. Propiedades físicas	18
3.2.2.4. Propiedades químicas.....	18

3.2.2.5. Análisis estadístico.....	18
3.2.3. Estrategias para mitigar la degradación de los suelos según su condición actual.....	18
3.2.3.1. Metodología estratégica “FODA”	18
3.3. Materiales y equipos	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1. Áreas erosionadas según de las principales pendientes aplicando Sistemas Información Geográfica (SIG)	20
4.1.1. Mapa de erosión	21
4.1.2. Mapa de pendientes con aptitudes agrícolas	22
4.2. Propiedades físicas y químicas del suelo de las áreas de estudio	23
4.2.1. Propiedades Físicas	23
4.2.1.1. Textura	23
4.2.1.2. Densidad real.....	24
4.2.1.3. Densidad aparente	25
4.2.2. Propiedades Químicas	26
4.2.2.1. pH.....	26
4.2.2.2. Materia Orgánica (MO).....	27
4.2.2.3. Nitrógeno (N)	28
4.2.2.4. Fósforo (P)	29
4.2.2.5. Potasio (K)	30
4.3. Estrategias para mitigar la degradación de los suelos.....	31
4.3.1. Problemática.....	31
4.3.2. Matriz FODA	31
4.3.3. Estrategias	32
4.3.3.1. Reducción de labores de labranza.....	32
4.3.3.2. Aplicación de abonos verdes.....	34
4.3.3.3. Barreras vivas en curvas a nivel.....	37
4.3.3.4. Rotación de cultivos.....	40
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1. Conclusiones	41
5.2. Recomendaciones.....	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Páginas
Tabla 1. Tabla de factores de erosión (Ecuación universal)	6
Tabla 2. Clases texturales del suelo	7
Tabla 3. Rangos de materia orgánica en el suelo: suelos de la Sierra.....	8
Tabla 4. Rangos de Nitrógeno total en el suelo	9
Tabla 5. Rangos de Fósforo en el suelo	9
Tabla 6. Rangos de Potasio en el suelo	10
Tabla 7. Tabla de rangos de relieve.....	11
Tabla 8. Matriz "FODA"	19
Tabla 9. Materiales y Equipos.....	19
Tabla 10. Textura del suelo en zonas de cultivo de maíz y fréjol	23
Tabla 11. Matriz "FODA" parroquia Pimampiro.....	31
Tabla 12. Gramíneas utilizadas para la preparación abonos verdes.....	34
Tabla 13. Leguminosas utilizadas para la preparación abonos verdes.....	35
Tabla 14. Crucíferas utilizadas para la preparación abonos verdes	35
Tabla 15. Familias de plantas utilizadas para rotación de cultivos	40
Tabla 16. Tiempo establecido para rotación de cultivos	40
Tabla 17. Resultados de las propiedades físicas en cultivos de maíz y fréjol	53
Tabla 18. Resultados de las propiedades químicas en cultivos de maíz y fréjol..	54
Tabla 19. Análisis de varianza densidad real	55
Tabla 20. Análisis de varianza densidad aparente.....	55
Tabla 21. Análisis de varianza pH	55
Tabla 22. Análisis de varianza materia orgánica.....	56
Tabla 23. Análisis de varianza nitrógeno	56
Tabla 24. Análisis de varianza fósforo.....	56
Tabla 25. Análisis de varianza potasio.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Páginas
Figura 1. Disponibilidad de nutrientes en función del pH del suelo.....	10
Figura 2. Mapa de la parroquia Pimampiro	13
Figura 3. Método de muestreo de zigzag	16
Figura 4. Muestreo de suelo	17
Figura 5. Muestreo de densidad aparente.....	17
Figura 6. Mapa de cultivos transitorios de la parroquia Pimampiro.....	210
Figura 7. Mapa de erosión de la parroquia Pimampiro.....	21
Figura 8. Mapa de aptitudes agrícolas de la parroquia Pimampiro.....	22
Figura 9. Densidad aparente en el suelo	25
Figura 10. pH en el suelo a) erosión normal b) erosión severa.....	26
Figura 11. Contenido de materia orgánica en el suelo a) erosión normal b) erosión severa.....	27
Figura 12. Contenido de nitrógeno en el suelo a) erosión normal b) erosión severa	28
Figura 13. Contenido de fósforo en suelo a) erosión normal b) erosión severa ..	29
Figura 14. Contenido de potasio en el suelo	30
Figura 15. Método de aplicación de labranza mínima	32
Figura 16. Método de aplicación de labranza cero	33
Figura 17. Función de las barreras vivas.....	38
Figura 18. Método de aplicación de barreras vivas	38
Figura 19. Distancia entre barreras vivas.....	39
Figura 20. Instrumento nivel tipo “A”	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Páginas
Anexo 1. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal.....	50
Anexo 2. Puntos de muestreo en cultivos de maíz y fréjol	50 <u>1</u>
Anexo 3. Socialización de la investigación en la Parroquia de Pimampiro.....	51
Anexo 4. Toma de coordenadas para muestreo	51
Anexo 5. Toma de muestras de suelo en cultivos de fréjol	52
Anexo 6. Toma de muestras de suelo en cultivos de maíz	52
Anexo 7. Resultados de análisis de suelo Laboratorio Agrocalidad.....	58

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

Cabascango Cuascota Alex Darío

Parra Madera Stalin Javier

RESUMEN

La parroquia Pimampiro es considerada como un referente agrícola debido a que la mayor parte de su población realiza actividades de aprovechamiento del suelo, sin embargo, en la actualidad la parroquia presenta problemas de erosión y pérdida de fertilidad del suelo, debido al uso progresivo de fertilizantes y a las malas prácticas agrícolas. La presente investigación tuvo como propósito la evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo en áreas con cultivos de maíz y frejol, para lo cual se identificaron las áreas erosionadas en función de sus principales pendientes mediante el Sistema de Información Geográfica, mismas que ayudaron a establecer puntos exactos para la toma de muestras aplicando la metodología “zigzag” que consistió en obtener 20 submuestras a una profundidad de 20 cm por cada hectárea de terreno previamente para ser analizadas en el laboratorio. Los resultados muestran que la parroquia cuenta con una erosión de tipo severa con un área que abarca un 70.95% de su territorio. Se encontraron altos contenidos en suelos con erosión normal con: $P=179.37 \text{ mg kg}^{-1}$, y $K= 1.33 \text{ cmol kg}^{-1}$ y bajos contenidos de $N=0.19\%$, los cuales son asociados con la textura de suelos “Francos”. En base a los niveles físicos y químicos encontrados, se proponen estrategias que ayuden a reducir la degradación, con la finalidad de garantizar la conservación y productividad para las futuras generaciones.

Palabras clave: Conservación, Erosión, Degradación, Fertilidad, Recuperación

ABSTRACT

Pimampiro parish is considered an agricultural referent because, the parish has erosion problem and soil fertility decline, due to the inadequate use of fertilizers and agricultural practices. The purpose of this research was to evaluate the physical and chemical properties of the soil in areas where maize and bean are grown, for this, eroded areas were identified using their main slopes through the Geographical Information System, which helped to establish the exact points for sampling using the "zigzag" methodology. It consisted in obtaining 20 sub-samples at a depth of 20 cm for an area of one hectare to be analyzed in the laboratory. The results showed that the parish had severe erosion problems in an area of 70.95% of its territory. High contents in soils with normal erosion with: $P=179.37 \text{ mg kg}^{-1}$ and $K = 1.33 \text{ cmol kg}^{-1}$ and low contents of $N=0.19\%$, were mainly associated with the texture of "Loamy soils" were found. Based on the discovered physical and chemical levels, in order to guarantee conservation and productivity strategies to reduce degradation were proposed.

Key words: Conservation, Erosion, Degradation, Fertility, Recuperation

Victor R. R. R.
2020



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Revisión de Antecedentes

Ecuador es uno de los países más megadiversos del mundo por su ubicación en la línea equinoccial y la presencia de cuatro regiones naturales. Más de la mitad de su territorio dispone de amplias zonas aptas para el aprovechamiento agrícola (Sánchez y Reyes, 2015). Esto ha llevado a que la población explote de manera inadecuada el suelo, exponiéndolo a complejos escenarios referente a los recursos naturales, debido a sus características de desarrollo, niveles tecnológicos alcanzados y dependencia económica.

Todas las provincias del país están afectadas por problemas de degradación potencial de los suelos, este problema se origina particularmente en la región amazónica e interandina (GEO Ecuador, 2008). Además, el país sigue estando afectado por numerosos procesos erosivos, es por ello que cada vez se puede observar más zonas áridas y desérticas. Se puede considerar que la erosión constituye uno de los principales aspectos de degradación del suelo (Noni y Trujillo, 1986). La erosión potencial y activa es provocada en un 51% por causas naturales y antrópicas, siendo una de las regiones más afectadas la región Sierra (Cordillera Andina), que presenta niveles de erosión activa a muy activa debido a la topografía y factores antrópicos de la zona (Comisión Asesora Ambiental, 1996).

La provincia de Imbabura posee una gran extensión de suelo apto para la agricultura, lo que ha permitido a lo largo del tiempo diversificar la producción agrícola. Uno de los cantones con altos índices de producción agrícola es el cantón San Pedro de Pimampiro, siendo esta actividad la base de la economía rural y urbana (PDOT-Pimampiro, 2011-2031). El desarrollo de la agricultura se ha convertido en el principal causante de la degradación del suelo, lo que ha provocado la disminución de nutrientes y la baja producción agrícola.

La degradación del suelo en Pimampiro ha ido en aumento debido a factores antrópicos que poco a poco han deteriorado la calidad del suelo. En este sentido, el interés sobre la evaluación del estado actual del suelo es de gran importancia. El PDOT Pimampiro (2011) determinó que el cantón Pimampiro desde el año 1990 al 2010 ha registrado cambios en el suelo, y un crecimiento aproximado de la zona urbana en 13.94 hectáreas consecuencia del crecimiento poblacional.

Existen varias investigaciones relacionadas con la evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo, que están enfocadas a recuperar la productividad del suelo, partiendo de un análisis previo de sus elementos más importantes como son la textura, la densidad real, la densidad aparente, la materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y el pH. Estudios como los de Meléndez (2012), Domínguez (2016) y Bastidas y Tepud (2014) analizaron las propiedades físico-químicas en pendientes inferiores al 20% con cultivos de maíz y arveja, estableciendo bajos porcentajes en el contenido de materia orgánica, debido al uso excesivo de fertilizantes químicos.

Gutiérrez y Oleszczuk (2000), analizaron la densidad aparente y real en cultivos de maíz, algodón y girasol, con diferentes sistemas de labranzas. Para el algodón y el girasol se aplicó labranza convencional tradicional, mientras que para el cultivo de maíz se aplicó labranza cero. Como resultado obtuvieron que la densidad aparente es mayor en cultivos con labranza cero, que en cultivos con labranza convencional.

Crespo (2009), realizó un análisis detallado de la fertilidad de los suelos ganaderos entre el año 1977-2000 y encontró bajas concentraciones de fósforo, potasio y materia orgánica que no superaban el 2%, debido al manejo inadecuado del pastoreo y por ineficientes métodos de explotación de suelos. Se encontró que la erosión, compactación, acidez, reducían su productividad en 20% por lo que se recomendó tomar medidas a corto plazo para la recuperación de los suelos degradados.

Por otro lado, Cáceres (2017) estudió tres lugares distintos que presentaban pendientes mayores a 20% con plantaciones de *Pinus Radiata* (pino). Analizó variables físicas y químicas, y determinó que, la densidad aparente excedía de 1.60 g cm^{-3} , lo que ayudó a establecer la compactación del suelo. Las variables químicas analizadas como el pH indicaron que dos de los tres lugares de estudio poseía acidez en el suelo, mientras que los porcentajes de materia orgánica encontrados fueron inferiores al 1.5 %.

1.2. Problema de Investigación y Justificación

La pérdida acelerada de las propiedades físicas y químicas del suelo en la parroquia Pimampiro se ha generado por el rápido crecimiento de la población y el aumento de las actividades agrícola-ganaderas como: el monocultivo, los plaguicidas y el sobrepastoreo, han condicionado el estado actual de los suelos, el cual ha sido motivo de preocupación de las instituciones gubernamentales y entidades locales. Estudios de productividad agrícola en la localidad demuestran que el excesivo uso de los plaguicidas y pesticidas, provoca efectos sobre la fertilidad del suelo, reduciendo su capacidad productiva y provocando la pérdida de la productividad (PDOT Pimampiro, 2011).

El presente estudio se realizó con fines investigativos, mediante la evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo de la parroquia Pimampiro. Este recurso se ha deteriorado con el pasar del tiempo, debido a causas naturales y especialmente antrópicas implicadas en su uso. La investigación permitirá generar una línea base para proponer alternativas de conservación y recuperación, así como acciones en función del ordenamiento territorial y consecuentemente su planificación. Esto beneficiará a las comunidades pertenecientes a la parroquia de Pimampiro, debido a que, la zona de intervención no cuenta con estudios recientes de análisis y evaluación de los suelos, ayudando así a las instituciones encargadas de dar apoyo a la población en el aprovechamiento sostenible del recurso suelo.

La importancia de esta investigación radica en, formular estrategias que ayuden al fortalecimiento de la aplicación de buenas prácticas agrícolas, de este modo aumentará la productividad de los principales cultivos presentes en la parroquia. Asimismo, se ayudará a mejorar las condiciones de vida de cada familia, cumpliendo con lo estipulado por el Consejo Nacional de Planificación (2017), a través de las políticas establecidas en el objetivo 3 donde: Garantiza los derechos de la naturaleza mediante la conservación, recuperación y la regulación del patrimonio natural.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar de las propiedades físicas y químicas del suelo en áreas con cultivos transitorios de la parroquia Pimampiro, Provincia Imbabura.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Identificar las áreas erosionadas en función de las principales pendientes aplicando Sistemas Información Geográfica.
- Analizar las propiedades físicas y químicas del suelo de las áreas de estudio.
- Proponer estrategias para mitigar la degradación de los suelos en función de la condición actual.

1.4. Pregunta de investigación

¿Cuál es el nivel de degradación de las propiedades físicas y químicas del suelo en áreas con cultivos transitorios en la parroquia Pimampiro?

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico referencial

El suelo se define como la capa superficial de la corteza terrestre, que posee propiedades físicas y químicas, siendo un recurso no renovable de suma importancia para la vida, no obstante, a través del tiempo este recurso se ha ido degradando (Carvajal, 1997). La degradación del suelo es difícil de comprender en su totalidad y no es posible evaluarla a través de una medición, por lo cual es necesario el uso de indicadores, que puedan mostrar el nivel de degradación y su estado. Las principales causas que genera la degradación del suelo se producen por la alteración de sus propiedades físicas y químicas, siendo un proceso perjudicial, que afecta negativamente al desarrollo productivo de la zona (López, 1994).

2.1.1. Erosión del suelo

La erosión se define como el deterioro, desgaste o disminución de la capa superficial del suelo, esto debido a factores erosivos dinámicos como la lluvia y el viento, que provocan la erosión hídrica e eólica (Porta, López, y Roquero, 2003). La pérdida de suelo permite establecer tres niveles de erosión: normal, severa y muy severa (Noni y Trujillo, 1986).

2.1.2. Ecuación universal de pérdida de suelo

La ecuación universal de Wischmeier y Smith (1978), estima la pérdida anual de suelo mediante un método establecido, tomando en cuenta seis factores: erosividad de la lluvia (R), susceptibilidad de erosión del suelo (K), largo de la pendiente (L), magnitud de la pendiente (S), cubierta y manejo de cultivos y residuos (C), y prácticas de conservación (P) (Tabla 1).

Tabla 1. Tabla de factores de erosión (Ecuación universal)

R	Es el número de unidades de índice de erosión pluvial, más un factor para escurrimiento y la lluvia con una intensidad en 30 minutos.
K	Es la tasa de pérdida de suelo, por unidad de índice de erosión para un suelo especificado
L	Es la proporción de pérdida de suelos en el largo de la pendiente específica con respecto a un largo de pendiente estándar (22,13 m).
S	Es la proporción de pérdida de suelos de una superficie con una pendiente específica con respecto a aquella en la pendiente estándar de 9%.
C	Es la proporción de pérdida de suelo en una superficie con cubierta y manejo específico con respecto a una superficie idéntica en barbecho, con labranza continua.
P	Es la proporción de pérdida de suelo, con una práctica de apoyo como cultivo en contorno, barreras vivas, o cultivo en terrazas, con respecto a aquella labranza en el sentido de la pendiente.

2.1.3. Propiedades físicas del suelo

Principales características responsables de que una planta tenga un buen desarrollo. Según Carvajal (1997), las propiedades físicas pueden ser fundamentales, tomando en cuenta el color, la textura, la estructura, la densidad y profundidad efectiva, para obtener un medio óptimo siempre será necesario que exista una interacción dinámica entre propiedades físicas y químicas del suelo.

Densidad real y aparente

La densidad aparente se refiere a la masa de suelo por unidad de volumen que indica el grado de compactación del mismo; ésta puede variar dependiendo de la textura y el contenido de materia orgánica del suelo y es considerada como la forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces (Casanova, 2005). Mientras que la densidad real se define como la relación entre la unidad de peso y la unidad de volumen de la fase sólida del suelo y está determinada por la composición química y mineralógica de la fase sólida (Thompson y Troeh, 2002).

Textura

La textura en el suelo hace referencia a la proporción de componentes inorgánicos en formas y tamaños de Arena (Ar), Arcilla (Ac) y Limo (L) (Tabla 2). La

presencia de una buena textura del suelo permite que la planta posea un buen desarrollo radicular y brinde un adecuado nivel de nutrientes (FAO, 2015).

Tabla 2. Clases texturales del suelo

Nombres vulgares de los suelos (textura general)	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Clase textural
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (textura moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Suelos francos (textura mediana)	23-52	28-50	0-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
Suelos francos (textura moderadamente fina)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
Suelos arcillosos (textura fina)	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Fuente: La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario: Agrocalidad, (2019). *Interpretación de resultados de análisis de suelo.*

2.1.4. Propiedades químicas

Tamhane, Motiramani, Donahue, y Bali (1986), afirma que las propiedades químicas son aquellas que pueden observarse y/o medirse a partir de cambios químicos que ocurren en el suelo. Estas propiedades representan el comportamiento de los elementos, componentes y sustancias que integran el recurso suelo, entre ellas podemos enumerar: materia orgánica, fertilidad, nitrógeno, fósforo, potasio y pH.

Materia orgánica

La Materia Orgánica (MO) se constituye como un componente esencial del suelo, dado que mejora las propiedades del mismo y ayuda al establecimiento y mantenimiento de la estructura del suelo (Mataix, 1999). La descomposición de la MO es un proceso clave en el ciclo de los nutrientes y está influenciada por el

clima, topografía, la vegetación y el tiempo. A pesar de ser la cantidad menor de la composición del suelo, la MO es el componente principal que determina la calidad y productividad de éste (Tabla 3).

Tabla 3. Rangos de materia orgánica en el suelo: suelos de la Sierra

Parámetro	MO (%)
Bajo	<1,0
Medio	1,0-2,0
Alto	>2,0

Fuente: La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario: Agrocaldad, (2019). *Interpretación de resultados de análisis de suelo*.

Fertilidad (Nitrógeno, Fósforo, Potasio)

Ibáñez (2008) hace referencia a la fertilidad, cuando un suelo tiene la capacidad de promover nutrientes esenciales (N, P, K) a los cultivos; asimismo, es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas y químicas del mismo, que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Nitrógeno (N)

Acevedo, Sánchez, Hernández y Améndola (2011) mencionan que este elemento es encargado de promover el crecimiento de la vegetación, también forma parte de la estructura de aminoácidos y proteínas que constituye entre el 40 a 50% de la Materia orgánica de las plantas. Dentro de la naturaleza existe una relación inversa entre la cantidad y la disponibilidad para las plantas de las distintas formas del nitrógeno (Tabla 4). Sin embargo, la baja disponibilidad del N del suelo asegura la existencia de una fuente de reserva de ese nutriente para la planta (Ibáñez, 2008).

Tabla 4. Rangos de Nitrógeno total en el suelo

Parámetro	N (%)
Bajo	0-0,15
Medio	0,16-0,3
Alto	>0,31

Fuente: La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario: Agrocaldad, (2019). *Interpretación de resultados de análisis de suelo.*

Fósforo (P)

Sanzano (1999) menciona al fósforo como un elemento fundamental para la nutrición de las plantas, el cual es absorbido por estas en forma de fosfato y monoácidos ayudando así a fortalecer la maduración de los frutos. Los vegetales absorben el P de la solución del suelo, pero esta tiene una concentración muy pequeña del nutriente como para satisfacer las necesidades durante el periodo de crecimiento. La deficiencia y los altos niveles del P normalmente se representa bajo las siguientes condiciones (Tabla 5).

Tabla 5. Rangos de Fósforo en el suelo

Parámetro	P (mg kg ⁻¹)
Bajo	0-10,0
Medio	11,0-20,0
Alto	>21,0

Fuente: La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario: Agrocaldad, (2019). *Interpretación de resultados de análisis de suelo.*

Potasio (K)

Sanzano (1999) expresa que es el único nutriente que menores problemas de disponibilidad presenta, ya que, en general la provisión de este elemento en los suelos son aceptables. Facilita la circulación de los productos fotosintéticos dentro de la planta, promoviendo de esta manera el almacenamiento de glucosa, oxígeno y energía, la deficiencia y los altos niveles del K normalmente se representa bajo las siguientes condiciones (Tabla 6).

Tabla 6. Rangos de Potasio en el suelo

Parámetro	K (col kg ⁻¹)
Bajo	<0,2
Medio	0,2-0,38
Alto	>0,4

Fuente: La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario: Agrocalidad, (2019). *Interpretación de resultados de análisis de suelo.*

pH

Pérez (2000) menciona que es la forma en que se expresa la acidez o alcalinidad de una solución que ejerce una influencia indirecta en los procesos biológicos y químicos, su rango regularmente varía entre ácidos a ligeramente básico (5.5 a 8.8). Además, tiene un impacto profundo en la disponibilidad de nutrientes, la absorción de nutrientes y la toxicidad de los iones (Figura 1).

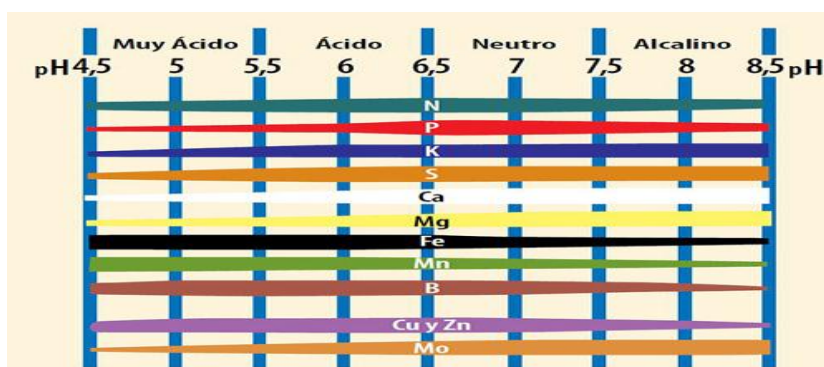


Figura 1. Disponibilidad de nutrientes en función del pH del suelo

Fuente: Mendel University in Brno, (2000). *Manejo de la nutrición y fertilización del suelo americano.*

2.1.5. Pendientes

La inclinación del terreno constituye un factor muy importante que interviene en la formación de los suelos y condiciona el proceso erosivo, puesto que mientras más pronunciada sea la pendiente la velocidad del agua de escorrentía será mayor (Alcántara , 2011). En suelos agrícolas las pendientes se expresan en porcentaje de desnivel por cada 100 m de longitud horizontal (Tabla 7).

Tabla 7. Tabla de rangos de relieve

Clases	Pendiente	Relieve
1	0-5%	Plano
2	5-12%	Ligeramente ondulado
3	12-25%	Ondulado
4	25-50%	Montañoso
5	50-70%	Muy montañoso
6	>70%	Escarpado

Fuente: Sistema Nacional de Información, (2013). *Clasificación geomorfológica del relieve*.

2.2. Marco legal

La presente investigación está enmarcada en los cuerpos legales vigentes en el Ecuador, tomando en cuenta las Normativas y Acuerdos más importantes acerca del suelo y su uso, siendo la Constitución Nacional del Ecuador del 2008, la Norma Suprema del país en donde se destaca artículos sobre la protección y uso sustentable del suelo. El Código Orgánico Ambiental en la actualidad en el Ecuador es la norma más importante que se encarga de regular la gestión ambiental en el país, asimismo El Plan Nacional de Desarrollo está en busca del bien común articulando políticas públicas entre los ejes del desarrollo, y de este modo garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador (2008), en el Título VII: Buen Vivir, Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Quinta: Suelo, en el artículo 409: Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. Así mismo el artículo 410, menciona que el Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

Código Orgánico del Ambiente

El Código Orgánico del Ambiente (2017), en el Título II, De los Derechos, Deberes y Principios Ambientales, menciona en su artículo 5: que la población tiene derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado es así que en su literal 5 señala que; la conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración. Asimismo el artículo 261, en el cual se refiere a las autoridades ambientales como entes rectores, es por eso que en su literal 4 hace referencia a la rehabilitación y protección de las zonas vulnerables a inundaciones, sequías, heladas, y degradación del suelo, de acuerdo a la priorización que se dicte para el efecto.

“Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida”

El Consejo Nacional de Planificación (2017), expresa en su Eje 1: Derechos para todos durante toda la vida y propone a través de su objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones mediante varias políticas como lo indica en la política 3.1: conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Descripción del área de estudio

El cantón Pimampiro está conformado por cinco parroquias (Pimampiro, Chugá, San Francisco de Sigsipamba, Mariano Acosta, San Pedro de Pimampiro). La parroquia Pimampiro, que fue la zona de estudio, posee una superficie aproximada de 91.76 km², ubicada entre altitudes desde los 1700 hasta los 3500 m.s.n.m. (PDOT Pimampiro, 2011). En la parroquia se asientan comunidades como: Buenos Aires, Changuayacu, Colimburo, El Alizal, El Inca, El Tejar, El Cebadal, La Armenia, Los Árboles, Pueblo Nuevo de Yuquín, Quinta Yuquín, San Francisco de Paragachi, San José de Aloburo, San Juan, Yuquín Bajo y Yuquín Alto (Figura 2).

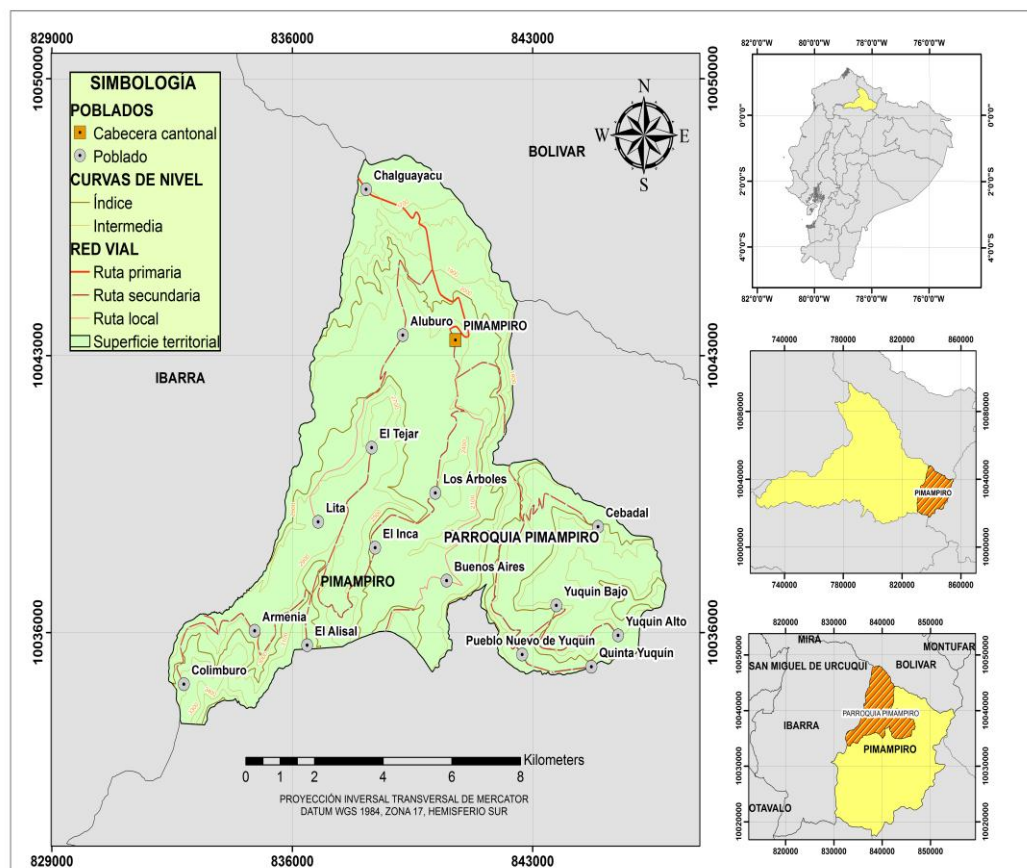


Figura 2. Mapa de la parroquia Pimampiro

La parroquia Pimampiro se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, Cantón Pimampiro, sus límites son: al norte el cantón Bolívar, Provincia del Carchi; al sur la parroquia San Francisco de Sigsipamba y la parroquia Mariano Acosta, al este las parroquias San Francisco de Sigsipamba, Chugá y el Cantón Bolívar; y al oeste con el Cantón Ibarra (PDOT Pimampiro, 2011).

La parroquia Pimampiro posee alrededor de 9077 habitantes, en cuanto a la población masculina abarca un 49.12% mientras que la población femenina alcanza un 50.88%, sus habitantes alrededor de 6976 personas se identifican como mestizos siendo la etnia predominante, también existe la etnia afro-ecuatoriana con un total de 981 personas (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010).

Según la clasificación climática de Pourrut (1983), la parroquia Pimampiro posee tres climas: ecuatorial mesotérmico semihúmedo, ecuatorial mesotérmico seco y ecuatorial de alta montaña. La precipitación anual es de 1500 mm, mientras que su temperatura oscila entre 7°C hasta 24°C (PDOT, 2011).

De acuerdo al Sistema Nacional de Información (2013), la parroquia posee un aproximado de 484420.45 ha (95.39%) ocupadas por zonas de conservación, bosques intervenidos y vegetación arbustiva; las zonas agrícolas y agropecuarias cubren 20984.37 ha (4.09%) cubiertas por cultivos de ciclo corto, pastos cultivados, naturales y cultivos en áreas erosionadas. Finalmente 2648.71 ha (0.52%) corresponde a áreas erosionadas.

La parroquia Pimampiro presenta tres tipos de suelos: entisoles 1279.02 ha, inceptisoles 210.89 ha y molisoles 7686.60 ha los cuales son suelos minerales que posee humedad suficiente para cultivar (Sistema Nacional de Información, 2013).

3.2. Métodos

3.2.1. Identificación de las áreas erosionadas en función de las principales pendientes aplicando Sistemas Información Geográfica

Para cumplir el primer objetivo se realizó mapas cartográficos, mediante la utilización del software ArcGIS 10.4.

3.2.1.1. *Recopilación de información*

La información se obtuvo mediante la técnica de investigación documental, que consistió en obtener información secundaria en formatos shapefile, provenientes de: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Gobierno Provincial de Imbabura (GPI) y Sistema Nacional de Información (SNI).

3.2.1.2. *Elaboración del mapa de uso de suelo y cobertura vegetal*

La elaboración de la cartografía de uso de suelo y cobertura vegetal se realizó a una escala 1:25000, con información en formato shapefile de la página del SNI, misma que se representó como unidades ambientales.

3.2.1.3. *Elaboración del mapa de cultivos transitorios*

Este mapa se realizó a una escala 1:25000, con información del SNI y MAG, lo que ayudó a establecer los cultivos que más se producen en la parroquia y su ubicación.

3.2.1.4. *Elaboración del mapa de erosión.*

La cartografía se realizó a una escala 1:25000 utilizando información shapefile generada por el MAG, misma que fue establecida de acuerdo a la ecuación universal de erosión de Wischmeier y Smith (Tabla 1).

Ecuación 1	$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$
-------------------	--

Fuente: Wischmeier y Smith (1978). *Predicting rainfall erosion losses*, 4.

3.2.1.5. Elaboración del mapa de aptitudes agrícolas

Este mapa se realizó mediante la clasificación de las principales pendientes existentes en el área de estudio, la cartografía se la realizó a una escala 1:25000, utilizando información shapefile obtenida de la página del GPI Imbabura.

3.2.2. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo de las áreas de estudio

Se analizaron las propiedades físicas y químicas en suelos con cultivos de maíz y fréjol existentes en la zona de estudio para determinar su condición actual.

3.2.2.1. Muestreo no probabilístico

Se hizo la toma de muestras a juicio de los investigadores, se utilizó este método debido a que la parroquia cuenta con áreas extensas utilizadas para la producción agrícola, además con esto se redujo los costos de muestreo (Perez, 2000).

3.2.2.2. Muestreo en campo

Se efectuó mediante salidas de campo donde se tomó muestras en las áreas erosionadas y en tres pendientes diferentes: 0-25%, 25-50% y >50%. Esto se realizó mediante el “método de muestreo de zigzag” (Figura 3), mismo que consistió en obtener 20 submuestras a una profundidad de 0 a 20 cm, por cada hectárea de terreno (Torres , 2009).

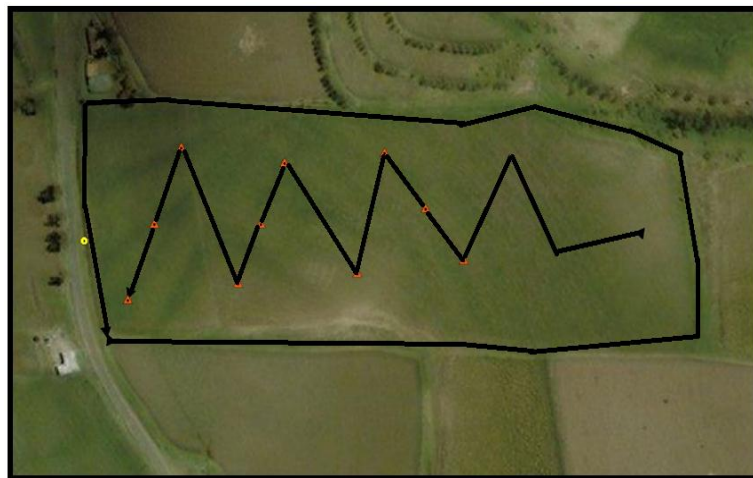


Figura 3. Método de muestreo de zigzag

Una vez recolectadas las submuestras se mezclaron y se procedió al cuarteo para obtener una muestra representativa de 1 kg (Figura 4), misma que se empacó en una funda herméticamente sellada con su respectiva etiqueta y posteriormente enviada al laboratorio de AGROCALIDAD.



Figura 4. Muestreo de suelo

Para la toma de muestras de la densidad aparente se utilizó anillos y cilindros de PVC los cuales fueron introducidos en el suelo, de este modo se extrajo la muestra necesaria para su análisis (Figura 5).



Figura 5. Muestreo de densidad aparente

3.2.2.3. Propiedades físicas

Dentro de las propiedades físicas se determinó la textura, mediante el “método de Bouyoucus”, estandarizado por el laboratorio de AGROCALIDAD con una metodología PEE/SFA/20. La densidad aparente se la determinó con el “método de Gravimétrico” con una metodología PEE/SFA/23, la densidad real se determinó con el “método del Picnómetro” con una metodología PEE/SFA/25 (Anexo 7).

3.2.2.4. Propiedades químicas

Se analizó el pH mediante el “método Electrométrico” estandarizado por el laboratorio de AGROCALIDAD con una metodología PEE/SFA/06, y la materia orgánica a través del “método Volumétrico” con una metodología PEE/SFA/09. El análisis del Nitrógeno se lo realizó mediante el “método Volumétrico” con una metodología PEE/SFA/09. El análisis del Fósforo se realizó con el “método Colorimétrico” con una metodología PEE/SFA/11, y para el análisis de Potasio se realizó mediante el “método de Absorción Atómica” con una metodología PEE/SFA/12 (Anexo 7).

3.2.2.5. Análisis estadístico

Se utilizó el programa Infostat y se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con un diseño de bloques completos al azar (DBCA), como prueba posterior se llevó a cabo la prueba de Tukey al 5% para determinar las significancias de las variables físicas y químicas entre los cultivos de maíz y fréjol. Valores de $p < 0.05$ fueron considerados significativos.

3.2.3. Estrategias para mitigar la degradación de los suelos según su condición actual

3.2.3.1. Metodología estratégica “FODA”

Para el cumplimiento del tercer objetivo se generó la matriz “FODA” (Tabla 8), la misma que permitió realizar el análisis de cuatro alternativas como: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Con los resultados y revisión de estas

variables se procedió a establecer estrategias de recuperación para reducir la degradación del suelo en la parroquia Pimampiro. Además, se consideró factores económicos, políticos, sociales y culturales.

Tabla 8. Matriz "FODA"

Factores Externos	Factores Internos	Lista de fortalezas	Lista de debilidades
Lista de Oportunidades		FO (Maxi-Maxi) Estrategias para maximizar tanto las Fortalezas (F) como las Oportunidades (O)	DO (Mini-Maxi) Estrategias para minimizar las Debilidades (D) y maximizar las Oportunidades (O)
Lista de Amenazas		FA (Maxi-Mini) Estrategias para maximizar las Fortalezas (F) y minimizar las Amenazas (A)	DA (Mini-Mini) Estrategias para minimizar tanto las Amenazas (A) como las Debilidades (D)

3.3. Materiales y equipos

Para llevar a cabo la investigación se utilizaron los materiales que se detallan en la (Tabla 9), tanto para la fase de campo y laboratorio.

Tabla 9. Materiales y Equipos

Materiales de campo	Materiales de laboratorio	Materiales de oficina
Etiquetas	Cilindros PVC	Software ArcGIS 10.4
Pala de jardinería	Tapas PVC	Base de datos del "SNI"
Barreno		
Cámara digital		
GPS (Garmin 64s)		
Balanza		
Fundas ziploc		
Coolers		

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Áreas erosionadas según de las principales pendientes aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Mediante el mapa de uso de suelo y cobertura vegetal de la parroquia (Anexo 1) se identificó que el 48.10% de su territorio, está constituida por vegetación herbácea, mientras que las áreas destinadas para actividades agrícolas poseen un 26.66% esto permitió delimitar nuestra zona de investigación.

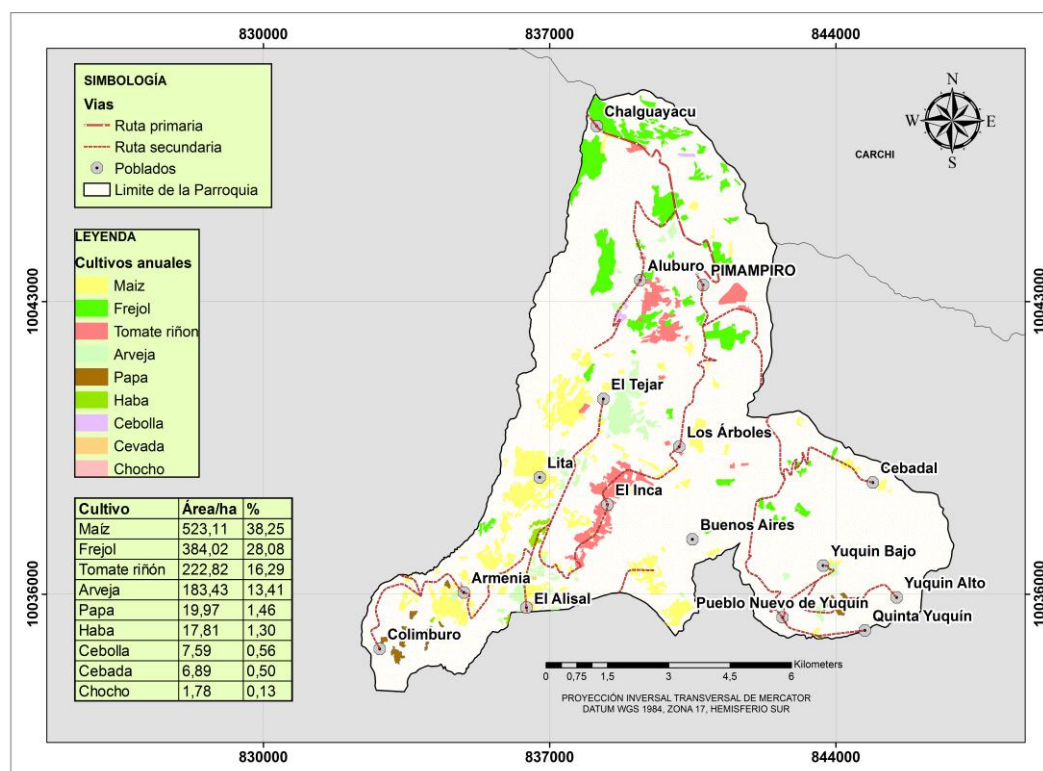


Figura 6. Mapa de cultivos de la parroquia Pimampiro

La elaboración del mapa de cultivos transitorios, mostró que en la actualidad la parroquia cuenta con nueve tipos de cultivos de producción anual. Entre los cultivos más representativos de la zona se hallan el maíz que ocupa un 38.25% de su territorio y el fréjol con un 38.40%, que son cultivados principalmente en pendientes de 0-25% (Figura 6). Los cultivos antes mencionados ayudaron a la toma de muestras de suelo debido a su alta productividad.

Sin embargo, se encontraron cultivos de maíz y fréjol en pendientes superiores a 25%, lugares en donde no es recomendable realizar prácticas agrícolas esto debido a que el suelo es propenso a la erosión hídrica y eólica (Carvajal, 1997). El uso inadecuado del suelo en pendientes pronunciadas se debe a los recursos económicos limitados y a la falta de fuentes de empleo en la parroquia.

4.1.1. Mapa de erosión

Se identificaron dos tipos de erosión, siendo la erosión de tipo severa 70.95% la que prevalece en el área de estudio con un área de 65.10 km². Esto debido a su ubicación geográfica, precipitaciones anuales de 1700 mm y a los fuertes vientos que se generan en las partes altas de la parroquia (Tejar, Buenos Aires, Aloburo, Alisal, Cebadal, Lita). La erosión de tipo normal ocupa un 29.05% de la parroquia (Figura 7).

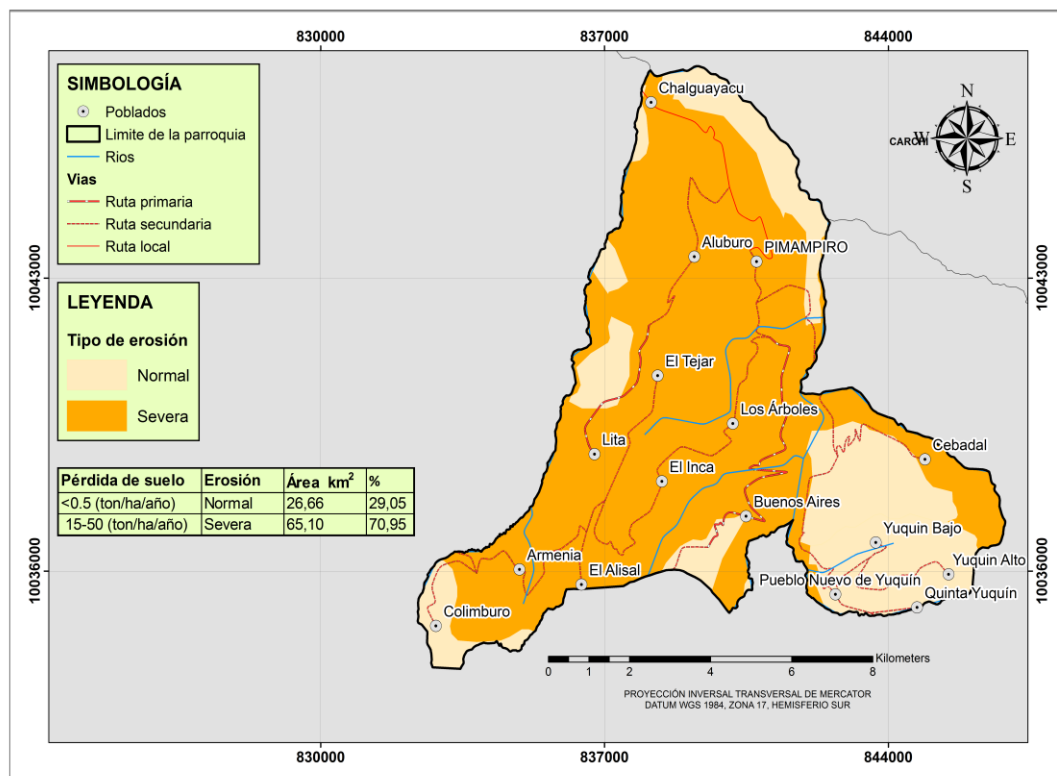


Figura 7. Mapa de erosión de la parroquia Pimampiro

Hill, Clérico, Mancassola y Sánchez (2015) señalan que la topografía, precipitación y velocidad del viento son los principales factores que aumentan la erosión del suelo. También determinan que en pendientes mayores al 5% de inclinación y con precipitaciones anuales superiores a los 1500 mm empieza a producirse mayor pérdida de suelo. Wischmeier y Smith (1978) mencionan que anualmente se pierde de 15 a 50 toneladas de suelo por cada hectárea, esto en suelos que presentan erosión de severa. En la parroquia Pimampiro los suelos con erosión normal, se deben a que en estas áreas la producción agrícola es reducida.

4.1.2. Mapa de pendientes con aptitudes agrícolas

Se encontró zonas aptas para cultivos estos sitios poseen un grado de inclinación del terreno de (0-25%), en el caso de los sistemas agroforestales de acuerdo a su clasificación posee un grado de inclinación del terreno de (25-50%) y las zonas no aptas para cultivos tienen una inclinación de >50% (Figura 8).

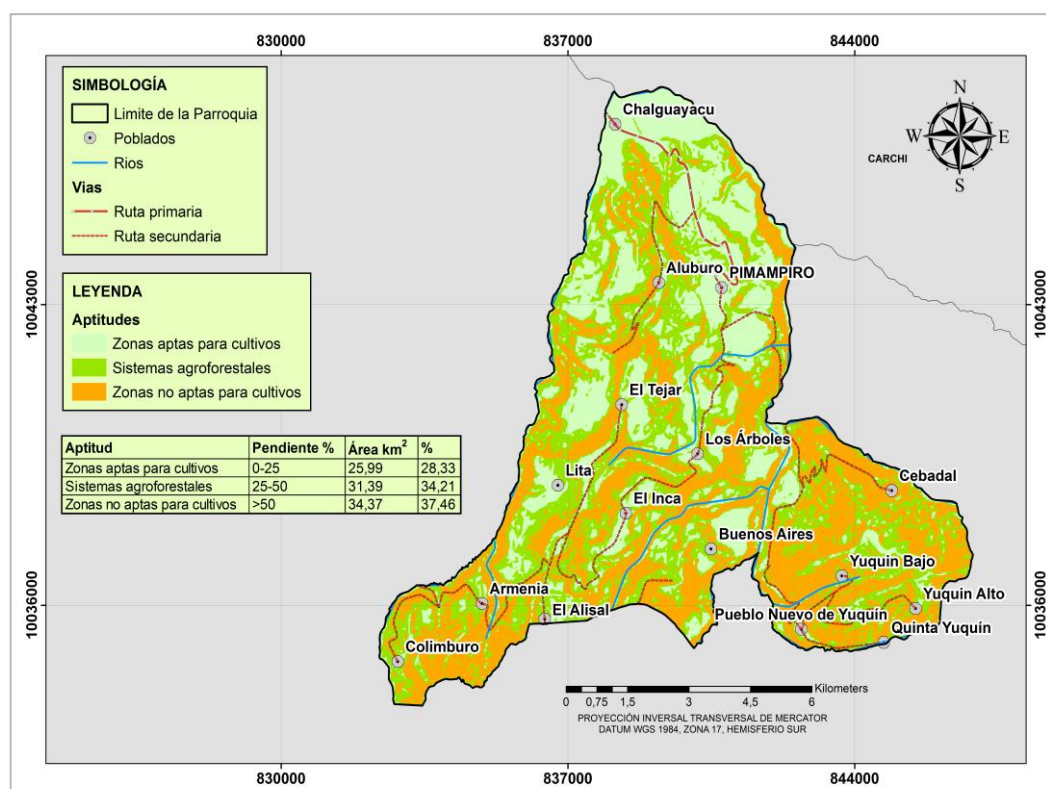


Figura 8. Mapa de aptitudes agrícolas de la parroquia Pimampiro

La agricultura en Pimampiro se desarrolla en pendientes superiores a 25%, esto debido a la falta de conocimiento de la población sobre los límites adecuados para realizar actividades agrícolas; asimismo por la limitación de los recursos económicos y por la escasez de terrenos con pendientes menores a 25% (Figura 7). Espejel, Romero, Barrera, Torres y Félix (2015), indican que las zonas aptas para desarrollar actividades agrícolas se encuentran al pie de montaña, planicies y laderas con pendientes no mayor a 10% de inclinación, donde el suelo es oscuro y rico en nutrientes como Ca, Mg, K y Na y su profundidad media es de 50 cm. En el área de estudio se evidenció que las zonas no aptas para la agricultura son aquellas donde existe una erosión de tipo severa y sus pendientes son >50%.

4.2. Propiedades físicas y químicas del suelo de las áreas de estudio

4.2.1. Propiedades Físicas

4.2.1.1. Textura

La textura predominante en las extensiones con cultivo de maíz es de tipo franco; sin embargo, se identificó dos tipos de texturas diferentes en pendientes >50%: franco arcilloso y franco arenoso. Por otra parte, se identificaron dos tipos de texturas en los cultivos de fréjol: franco y franco arenoso (Tabla 10).

Tabla 10. Textura del suelo en zonas de cultivo de maíz y fréjol

Maíz			
Erosión	Pendiente (%)		
	0-25	25-50	>50
Normal	Franco	Franco	Franco Arenoso
	Franco	Franco	Franco
	Franco	Franco	Franco
	Franco	Franco	Franco Arcilloso
Severa	Franco	Franco	Franco
	Franco	Franco	Franco
Fréjol			
Normal	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso
	Franco Arenoso	Franco	Franco Arenoso
	Franco	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Severa	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco
	Franco	Franco	Franco
	Franco	Franco	Franco

Los suelos muestreados en los cultivos de maíz y fréjol en su mayoría son de tipo franco y franco arenoso. Ríos, Ruiz, Maduro y García (2010) en su investigación evaluaron las propiedades físicas del suelo en la cuenca del río Maracay-Venezuela, señalando que la presencia de estructuras granulares y migajosas en el suelo tenían relación con las texturas encontradas; franco y franco arenoso. Por otra parte, Porta, López y Roquero (2003) señalan que los suelos de estructuras granulares y migajosas son características de suelos con alta productividad agrícola debido a que son suelos con buen drenaje y baja capacidad de retención de humedad.

4.2.1.2. Densidad real

Los resultados de la densidad real señalan que, en suelos con cultivos de maíz y fréjol de Pimampiro, no se presentan diferencias significativas en ninguna de sus variables de clasificación (Tabla 19).

La prueba de Tukey al 5% entre las variables de clasificación: cultivo, pendiente y erosión, determinó que no existe diferencias significativas entre ellas, esto debido a que es una propiedad del suelo que no se modifica fácilmente. En este estudio se obtuvo una densidad real promedio de 2.25 g cm^{-3} , valor que se encuentra por debajo de los valores mínimos de densidad real para suelos minerales, los cuales varían entre 2.60 g cm^{-3} y 2.75 g cm^{-3} (Hossne, 2008). De manera similar un estudio realizado por Volverás, Amézquita y Campo (2016) encontraron como resultado la no significancia de la densidad real tomada a dos profundidades diferentes, obteniendo una densidad real de 2.44 g cm^{-3} y 2.29 g cm^{-3} en dos profundidades distintas de 0-20 y 20-40 cm respectivamente, atribuyen este resultado a altas cantidades de materia orgánica encontradas en el área de estudio.

4.2.1.3. Densidad aparente

Los resultados obtenidos de densidad aparente registran que existen diferencias significativas ($p=0.04$; gl: 1; 22) (Tabla 20), entre los cultivos de maíz y fréjol en suelos con erosión normal, lo contrario al suelo con erosión severa (Figura 9)

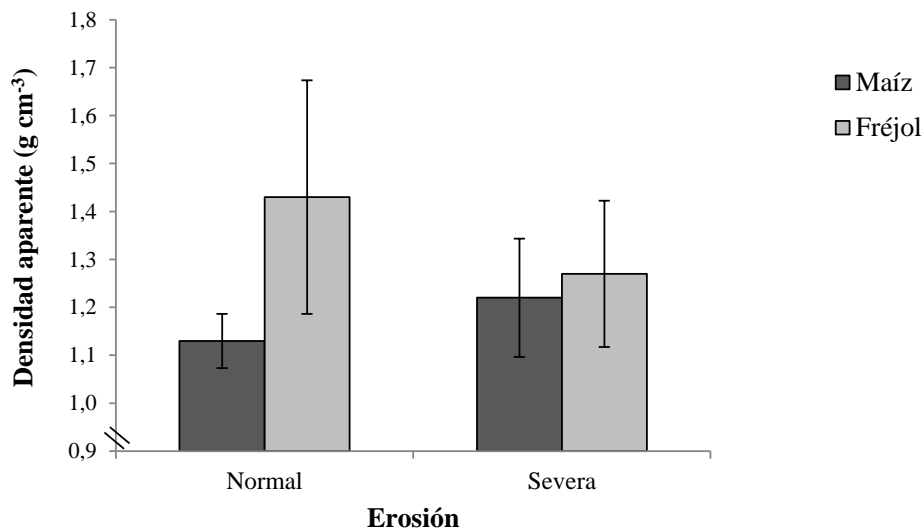


Figura 9. Densidad aparente en el suelo

En el suelo con erosión normal se encontró diferencias significativas en cultivos de maíz y fréjol con medias de 1.13 g cm^{-3} y 1.43 g cm^{-3} respectivamente, esto puede deberse a muchos factores los cuales van desde el manejo que se le da al suelo, textura y contenido de materia orgánica (Porta, López y Roquero, 2003). Lo que contrasta con la densidad real que casi siempre es constante, mientras que la densidad aparente es muy variable. En este estudio los valores bajos de densidad aparente en cultivos de maíz se deben probablemente a los rastrojos generados por este cultivo, que a su vez actúan como abono orgánico que generan espacios porosos más grandes, consecuentemente la densidad aparente será menor (Hossne, 2008). Por su parte, Castiglioni, Mazzoni y Chagas (2010) señalan los valores de densidad aparente superiores a 2.0 g cm^{-3} presentan problemas de compactación esto en suelos de textura arenosa; por tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos se podría especular que el área de estudio no presenta problemas de compactación.

Propiedades Químicas

Las propiedades químicas analizadas en los suelos con cultivos de maíz y fréjol fueron: pH, materia orgánica (MO), nitrógeno, fósforo y potasio.

4.2.2.1. pH

Los resultados obtenidos del pH registran que existe interacción (Tabla 21) en las tres variables de clasificación ($p=0.02$; gl: 2; 22). Se puede observar que, los suelos con erosión normal a una pendiente de 0-25% en cultivos de maíz, presenta una ligera tendencia a ser alcalinos, a diferencia que el suelo con erosión severa en pendientes de 0-25%, que presenta una ligera inclinación a la acidez (Figura 10).

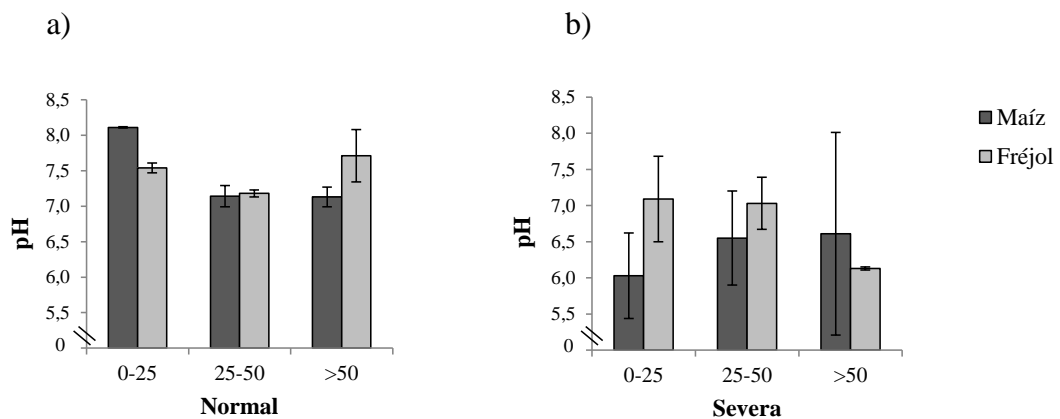


Figura 10. pH en el suelo a) erosión normal b) erosión severa

Sánchez, Valle y López (2013) midieron el nivel de fertilidad del suelo, en tres rangos de pendientes (<5, 5-15 y >15%) en cultivos de maíz, como resultado se encontró que el pH en suelos con cultivos de maíz a una pendiente de <5% presentan ligeras inclinaciones alcalinos con un 7,5. Domínguez (2016) atribuye que el pH ligeramente alcalino pueden deberse a una buena disponibilidad de Ca, Mg y baja disponibilidad de micronutrientes, además, la presencia de suelos ligeramente ácidos se debe al uso de fertilizantes químicos nitrogenados en pendientes intermedias, mismos que tienen un pH ácido adecuado para suelos básicos.

4.2.2.2. Materia orgánica

Los resultados obtenidos de la MO registran que existen diferencias significativas para la interacción de las tres variables de clasificación ($p=0.00$; gl: 2; 22) (Tabla 22). Se puede observar que, los suelos con erosión severa poseen mayor cantidad de MO, en el cultivo de maíz con una pendiente de 25-50% y >50%, con concentraciones de 3.79%. A diferencia que, en suelos con erosión normal con cultivos de fréjol a una pendiente >50% presenta bajas concentraciones de MO con 0.45% (Figura 11)

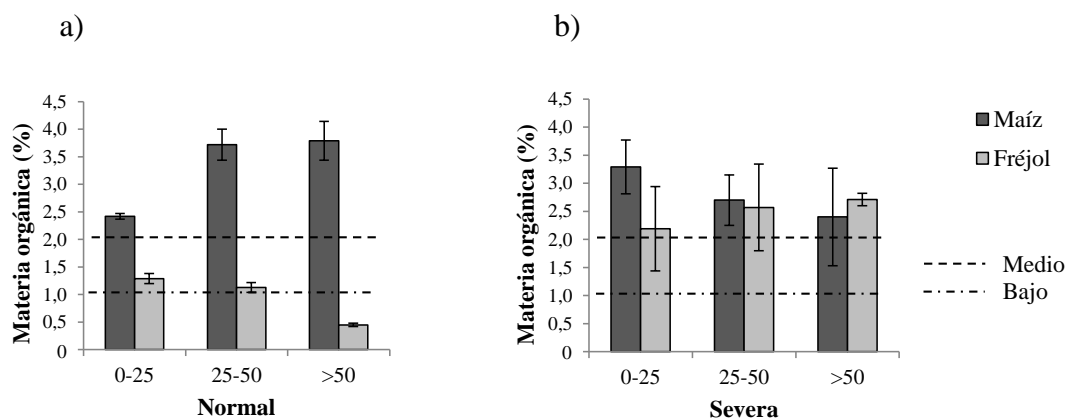


Figura 11. Contenido de materia orgánica en el suelo a) erosión normal b) erosión severa

Morales, La Manna y Buduba (2010) caracterizaron las propiedades químicas en cultivos de girasol en suelos de origen volcánicos, como resultados se encontró altos contenidos de MO con un 2.7%. Los altos contenidos de MO pueden relacionarse a los suelos de origen volcánicos los mismos que suelen tener altos contenidos de este elemento en forma mineral (Gómez y Garcia, 1998). Richmond y Rillo (2005) caracterizaron la incorporación de rastrojo de maíz y fréjol en suelos agrícolas, mostrando como resultados altos contenidos de MO con un 2.34%. Cáceres (2017) señala que el cultivo de maíz presenta mayor relación C/N por lo tanto su descomposición es más lenta, facilitando así la acumulación de la MO. Los resultados encontrados en cultivos de maíz se deben a los rastrojos generados por este cultivo el cual actúa como MO.

4.2.2.3. Nitrógeno (N)

Los resultados obtenidos del N registran que existen diferencias significativas ($p=0.00$; gl: 2; 22) (Tabla 23) en las tres variables de clasificación. Se puede observar que, en suelos con erosión normal muestra poca disponibilidad de N, presente en el cultivo de fréjol con una pendiente $>50\%$, con concentraciones de 0.19%. Asimismo, los suelos con erosión severa con cultivo de fréjol a una pendiente 0-25% presenta bajas concentraciones de N con 0.02% (Figura 12).

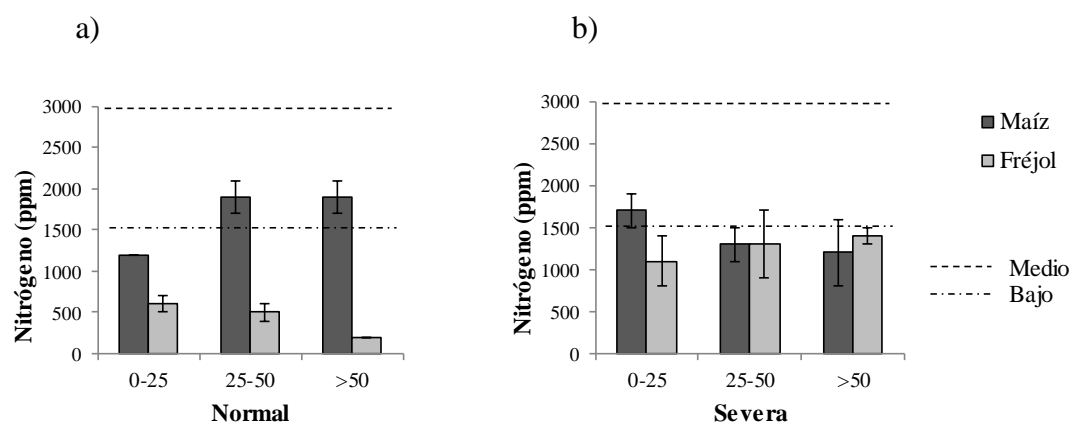


Figura 12. Contenido de nitrógeno en el suelo a) erosión normal b) erosión severa

Hernán y Castellanos (2011), encontraron la pérdida del nitrógeno en cultivos de caña de azúcar en suelos erosionados, obteniendo como resultados bajas concentraciones de N con un 0.18%, asimismo, el estudio afirma que las bajas concentraciones de N podrían estar relacionados con la aplicación insuficiente de N, incorrecta utilización de los fertilizantes nitrogenados, suelos muy livianos o poco profundos, fuerte competencia de malezas. Por lo cual cobra especial importancia la presencia de plantas que aporten carbono al suelo y favorezcan la conservación de nitrógeno en el mismo.

Andrades y Martinez (2014) caracterizaron la diversidad funcional del Nitrógeno desde el punto de vista agrícola en cultivos de *Genus Vulgare* (trigo), en el cual menciona la pérdida del N entre el 50%-70% a partir de NO_3^- . Afirmando que los procesos de pérdida más importantes son: la lixiviación y laboreo intensivo, mismos que ocurren en condiciones de exceso de agua en el suelo, debido a su

carga negativa, el NO_3^- no es retenido por la fracción coloidal del suelo. Por lo tanto, el agua que se mueve a través del mismo puede llevar consigo el NO_3^- hacia los horizontes inferiores.

4.2.2.4. Fósforo (P)

Los resultados obtenidos del P registran que existen diferencias significativas ($p=0.00$; gl: 2; 22) (Tabla 24) en las tres variables de clasificación. Se puede observar que, existe altas concentraciones de P, en cultivos de maíz en suelos con erosión normal a una pendiente de (25-50%) con $179.37 \text{ mg kg}^{-1}$, en cuanto a las concentraciones de P en el cultivo de fréjol se observó que se encuentra menores proporciones en suelos con erosión severa pendientes $> 50\%$ con 21.77 mg kg^{-1} (Figura 13)

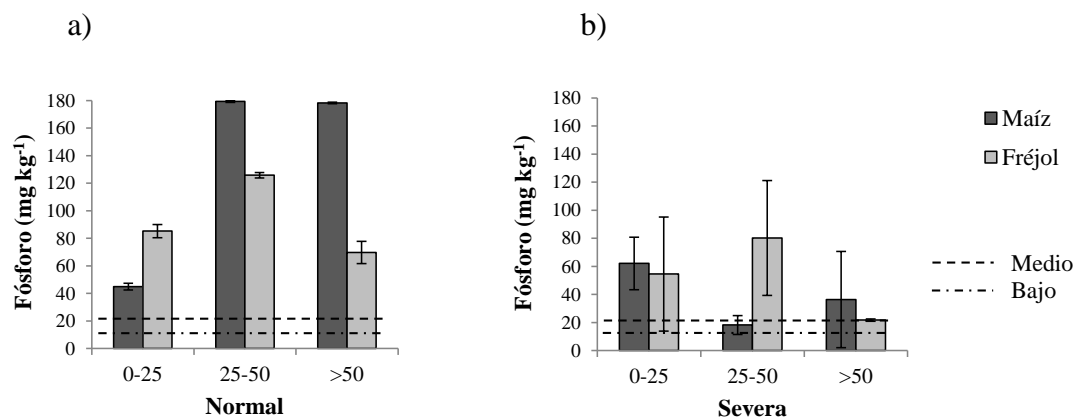


Figura 13. Contenido de fósforo en suelo a) erosión normal b) erosión severa

Morales, La Manna y Buduba (2010), realizaron la caracterización de las propiedades química en cultivos de girasol en suelos de origen volcánicos, obtiene como resultados altos contenidos de P con una media de 28 mg kg^{-1} . Sanzano (1999) menciona que las altas concentraciones de P están relacionadas con la textura y la aplicación de estiércol bovino o gallinaza misma que posee fertilizantes fosforados de al menos el 70%. También la pérdida de N se debe al laboreo intensivo y al uso de fertilizantes fosfatados, debido a que el N puede ser perdido en solución por lixiviación (García, 2011).

4.2.2.5. Potasio (K)

Los resultados obtenidos del P registran que existen diferencias significativas ($p=0.03$; gl: 1; 22) (Tabla 25) en dos variables de clasificación: tipo de erosión y tipo de cultivo. Se puede observar que, el K en suelos con erosión normal presenta concentraciones ligeramente altas en cultivos de fréjol con $1.33 \text{ cmol kg}^{-1}$, asimismo, en suelos con erosión severa, en el cultivo de maíz los niveles de potasio son de $0.45 \text{ cmol kg}^{-1}$ (Figura 14).

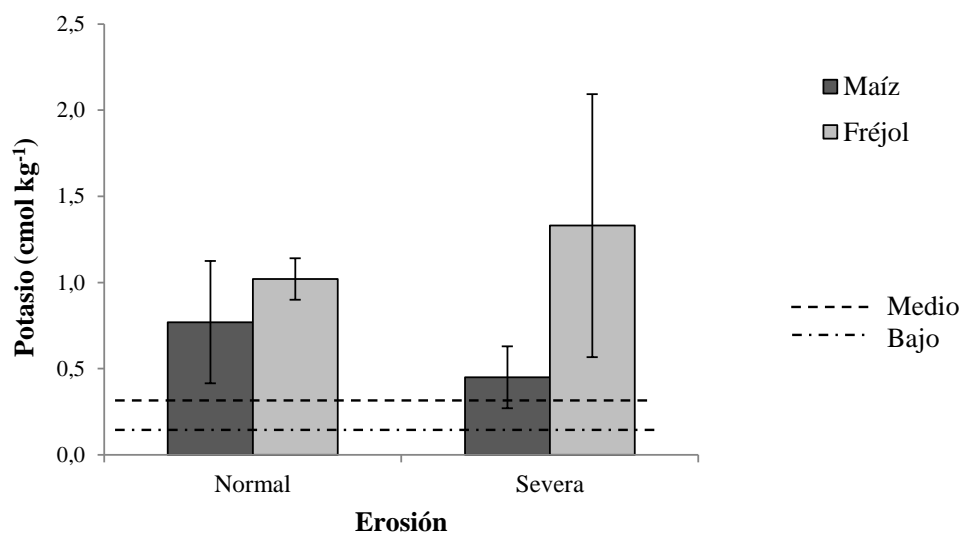


Figura 14. Contenido de potasio en el suelo

Jaurixje, Torres, Mendoza, Henríquez y Contreras (2013) evaluaron las variables físicas y químicas en cultivos de *Allium Fistulosum* (Cebolla) y *Capsicum Annuum* (Aji) a dos tipos de profundidades (0-10 y 10-20 cm), como resultados obtuvieron altas concentraciones de K a una profundidad de (0-10 cm) en el cultivo de cebolla con una media $0,05 \text{ cmol kg}^{-1}$. Los altos niveles de K pueden estar relacionados con una aplicación adecuada de K, riego eficiente; o, suelos con bajos contenidos de Na (sódicos) (Ibañez, 2008). En los cultivos de maíz en erosión severa se encontró bajos contenidos de K en relación a los cultivos de fréjol, también se debe a las malas prácticas agrícolas sumado a ello el proceso de lixiviación que afecta a la textura del suelo perturbando así la fertilidad de este recurso (Andrades y Martinez , 2014).

4.3. Estrategias para mitigar la degradación de los suelos

En base a la información obtenida en el área de estudio, es necesario establecer estrategias que ayuden a mitigar la problemática encontrada, y de este modo solucionar parte del problema que afecta a los suelos de la parroquia, Pimampiro.

4.3.1. Problemática

La parroquia Pimampiro presenta en el suelo un desequilibrio en sus nutrientes principales N, P, K, debido a la expansión agrícola, escasas de fuentes hídricas y erosión de los suelos. Uno de los elementos que presenta mayor déficit en los cultivos de maíz y frejol es el nitrógeno donde sus concentraciones están por debajo del 0.15%, esto en suelos que presentan erosión de tipo normal y severa. Además, se identificó el uso excesivo de pendientes superiores al 25% para realizar actividades agrícolas donde no es recomendable realizar esta actividad.

4.3.2. Matriz FODA

Con la finalidad de identificar los elementos más importantes presentes en la parroquia, se elaboró las estrategias para mitigar la degradación del suelo mediante la matriz FODA (Tabla 11).

Tabla 11. Matriz "FODA" parroquia Pimampiro

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">• Interés de la población para la aplicación de buenas prácticas agrícolas• Diversidad de pisos climáticos• Bajos niveles de contaminación (auditiva, visual)• Viveros de producción de plantas• Existencias de un río (Mataquí)• Organizaciones comunitarias	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de actividades agrícolas• Asistencia técnica (MAG, GPI)• Políticas gubernamentales locales• Conservación del ambiente• Demanda de productos agrícolas (maíz, frejol, tomate, arveja, mandarina, aguacate, granadilla)• Mejoramiento de la calidad del suelo• Desarrollo de canales de riego
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">• Malas prácticas agrícolas• Falta de agua de riego• Fuertes vientos• Suelos erosionados• Ausencia de políticas de conservación de suelos• Incremento de la frontera agrícola	<ul style="list-style-type: none">• Deficiencia de nutrientes y desequilibrio de nutrientes en el suelo• Alto grado de procesos erosivos• Uso excesivo de pesticidas• Sequía• Zonas no aptas para agricultura• Conflictos de uso del suelo

4.3.3. Estrategias

Objetivo general

Establecer estructuras conservacionistas para reducir la degradación en el suelo de la parroquia Pimampiro.

4.3.3.1. Reducción de labores de labranza

Desde la década de 1960 los agricultores americanos adoptaron varias formas de labranza de conservación para salvaguardar el suelo y reducir su degradación, la misma consistía en la remoción de la capa superficial, con diferentes tipos de labranza tales como: labranza mínima, labranza cero, labranza convencional. Estas actividades poseen la ventaja de mejorar las condiciones físicas del suelo como: la porosidad, la profundidad efectiva, la permeabilidad, la textura, entre otros (Baker, Saxton, Ritchie, y Chamen, 2008).

Labranza mínima

La labranza mínima consiste en la preparación, volteo y desmenuzado de la capa superficial del suelo, en el cual no existe labor profunda, sino una o dos pasadas de implementos sobre la capa superficial posterior a la siembra. Esta técnica mezcla los residuos de cultivos anteriores y consigue una mayor descomposición de los residuos orgánicos ayudando así a mejorar el contenido de materia orgánica de los suelos (Figura 15) (Escobar, Zayas, Viruliche, y Petitón, 2013).



Figura 15. Método de aplicación de labranza mínima
Fuente: Agronomía Mesoamericana (2001). *Técnicas de labranza*, 22.

Entre las ventajas de esta técnica se tiene:

- ✓ Reducción de la erosión hídrica y eólica.
- ✓ Mayor facilidad de siembra y cosecha.
- ✓ Mayor retención de humedad.
- ✓ Menor compactación del suelo.
- ✓ Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Labranza cero

La labranza cero consiste en evitar el uso de maquinarias agrícolas en la roturación del suelo durante todo el proceso de instalación desde la cosecha del cultivo hasta la siembra del siguiente a excepción de la aplicación de materia orgánica y el control de las malas hierbas que se la realiza de forma manual sobre la superficie del terreno (Figura 16).



Figura 16. Método de aplicación de labranza cero

Fuente: Agronomía Mesoamericana (2010). *La cero labranza y su mejora en la estabilidad del suelo*, 12.

Las ventajas de esta técnica son:

- ✓ Reducción de la erosión del suelo.
- ✓ Disminuir el insumo de energía y materia.
- ✓ Mayor retención de humedad.
- ✓ Mejorar el itinerario y planificación de las operaciones.
- ✓ Mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

4.3.3.2. Aplicación de abonos verdes

Se entiende por abono verde al uso de determinadas plantas (leguminosas, gramíneas, crucíferas), que tienen la función de complementar la nutrición de los cultivos. Generalmente los abonos verdes son cultivos de vegetación rápida, los cuales se cortan y entierran en el mismo lugar donde hayan sido sembrados, están destinados a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (García, 2012).

Las gramíneas

Las gramíneas son denominadas uno de los grupos más diversos de *poaceae*, además de ser las más usadas para la implementación de abonos verdes destacándose por la explotación de nutrientes, ablandan el suelo y reducen la erosión de las mismas (Sánchez, 1993). Entre principales gramíneas que se usa en utilización de abonos verdes (Tabla 12).

Tabla 12. Gramíneas utilizadas para la preparación abonos verdes

Nombre común	Nombre científico
Avena	<i>Avena sativa</i>
Habas	<i>Vicia faba</i>
Sorgo o pasto del Sudán	<i>Sorghum</i>
Raygrass italiano	<i>Lolium perenne</i>

Fuente: FAO (1999). *Las gramíneas en la agricultura*, 34.

Las leguminosas

Las leguminosas como abono verde por lo general poseen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico las cuales poseen la habilidad de mejorar la penetración de sus raíces llegando incluso a romper los terrenos duros además de prevenir la erosión. Por lo general las leguminosas no explotan el suelo en búsqueda de nutrientes como lo hacen la mayoría de gramíneas, también estas plantas poseen bajos contenidos de Carbono con mayores concentraciones de Nitrógeno que las gramíneas (García, 2012). Entre las principales leguminosas utilizadas como abonos verdes se tienen (Tabla 13).

Tabla 13. Leguminosas utilizadas para la preparación abonos verdes

Nombre común	Nombre científico
Vicia	<i>Vicia sativa</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>
Trébol violeta	<i>Trifolium pratense</i>
Milio forrajero	<i>Sorghum vulgaris</i>

Fuente: FAO (1999). *Las leguminosas en la agricultura*, 37.

Las crucíferas

Las crucíferas pertenecen a una familia de gran importancia económica, que incluye plantas de importancias para la dieta animal y humana, en lo general tienen un desarrollo muy rápido proporcionado un buen abono verde, además son capaces de utilizar reservas minerales gracias a la longitud de su sistema radicular, acumulando grandes cantidades de elementos distribuidos en la planta, para luego ser incorporados en el suelo como abono (Agropecuaria Instituto Nacional de Investigación, 2008). Entre las principales crucíferas utilizadas como abonos verdes tenemos (Tabla 14).

Tabla 14. Crucíferas utilizadas para la preparación abonos verdes

Nombre común	Nombre científico
Nabo forrajero	<i>Brassica napus</i> var. <i>Oleífera</i>
Rábano forrajero	<i>Raphanus raphanistrum</i>
Mostaza blanca	<i>Sinapis alba</i>
Jaramago	<i>Eruca vesicaria</i> ssp. <i>sativa</i>
Colza forrajera	<i>Brassica napus</i>

Fuente: FAO (1999). *Las crucíferas en la agricultura*, 37.

La vicia y avena como abonos verdes en la recuperación de suelos degradados.

La *avena sativa* es una gramínea forrajera temporal para corte, adaptada a una gran diversidad de pisos altitudinales en el espacio agrícola andino, desde los 2500 a 4000 msnm, y a climas variados (Argote y Halanoca , 2007). La *vicia sativa* es una de las leguminosas forrajeras anuales más importantes a nivel mundial, debido a sus múltiples usos y alta calidad nutricional. Las leguminosas tienen capacidad para desarrollar nódulos en sus raíces y fijar nitrógeno en

simbiosis con rizobios compatibles, que es utilizado por la planta huésped o por cultivos asociados, siendo la tasa de fijación de nitrógeno de 1 a 2 kg por hectárea por día (Giller , 2001).

Manejo del cultivo

La vicia se adapta a un amplio rango de pH en el suelo, que va de 5 a 9. A pesar de esto, la nodulación y el crecimiento son óptimos a pH neutros a alcalinos de 6 a 8. En siembras consociadas con cereales (avena, cebada), la fertilidad del suelo influye en el balance de la mezcla; suelos muy fértiles favorecen a las gramíneas, el caso contrario se produce en suelos de baja fertilidad, donde la leguminosa desarrolla sin problemas (Sánchez , 2007).

Preparación del suelo

La preparación del suelo adquiere importancia en el cultivo de *avena sativa* y *vicia sativa* por la falta de herbicidas selectivos para el control de malezas y su lenta implantación., siendo posible la siembra directa (Sánchez , 2007).

Época de siembra

La fecha adecuada para la implantación de *avena sativa* y *vicia sativa*, para abonos verdes oscila entre fines de febrero y principios de marzo. Para semilla se encuentra entre fines de mayo-principios de junio a fines de junio (Navarro y Navarro, 2013).

Profundidad de siembra

La profundidad de siembra depende del suelo y la humedad. Cuando la misma se realiza en suelos sueltos arenosos, la profundidad puede ser mayor en relación a suelos franco arcillosos. La profundidad óptima de siembra se encuentra comprendida entre 3 a 6 cm. Se ha observado que *avena sativa* y *vicia sativa* tiene

gran energía y puede emerger a más de 10 cm de profundidad (Navarro y Navarro, 2013).

Producción de abono verde

La productividad de vicia-avena produce la mayor biomasa el cual logra una densidad de 50 plantas m² de vicia y 90 plantas m² de avena estimado. La mezcla de avena -vicia puede aportar un 65,47 kg/ha de P repartidos en 29,54 kg/ha de avena y 35 kg/ha de vicia que corresponde a 45% y 55% respectivamente. Además, el aporte de N por fijación simbiótica, puede ser de 50 a 500 kg/ha/año, por fijación no simbiótica se puede acumular de 20 a 100 kg/ha/año (Rivera, Martín, y Pérez, 2007).

Con la mezcla avena – vicia se adicionan 442,36 kg/ha de K, repartida en 62% (272,87 kg/ha) que aporta la vicia y 38% (169,49 kg/ha) la avena, además, en la mezcla avena – vicia el 84% de Ca (108,16 kg/ha), está presente en la vicia y el 16% (20,37 kg/ha) en la avena, lo cual demuestra que la vicia es exigente en Ca (Rivera, Martín, y Pérez, 2007).

4.3.3.3. *Barreras vivas en curvas a nivel*

Son hileras de plantas que se establecen entre los cultivos, sembradas a través de la pendiente siguiendo las curvas a nivel con el propósito de controlar la erosión (Figura 17). Las barreras vivas frenan el agua que no se logra filtrar en el suelo y detiene el sedimento que esta arrastra, proporcionan beneficios en pastos, leña, alimento para animales y humanos, además evita a largo plazo la pérdida de fertilidad de los suelos (García, 2011).

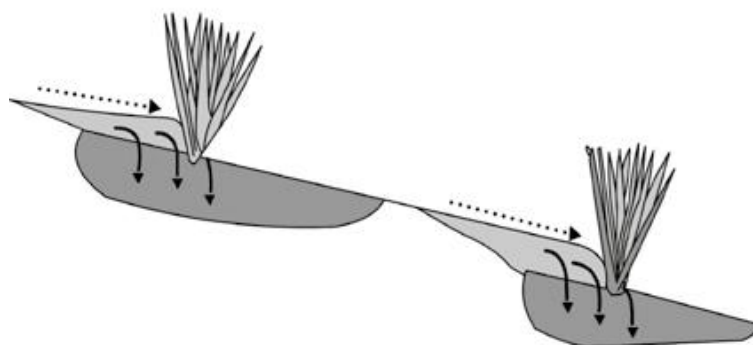


Figura 17. Función de las barreras vivas

Fuente: Instituto Nacional Tecnológico Nicaragua (2016). *Guía metodológica para la conservación de suelo*, 8.

Las barreras vivas pueden estar constituidas por: arbustos, leguminosas, árboles frutales o forestales, las más comunes son: aguacate, te de limón, caña de azúcar, banano y alfalfa (Figura 18).

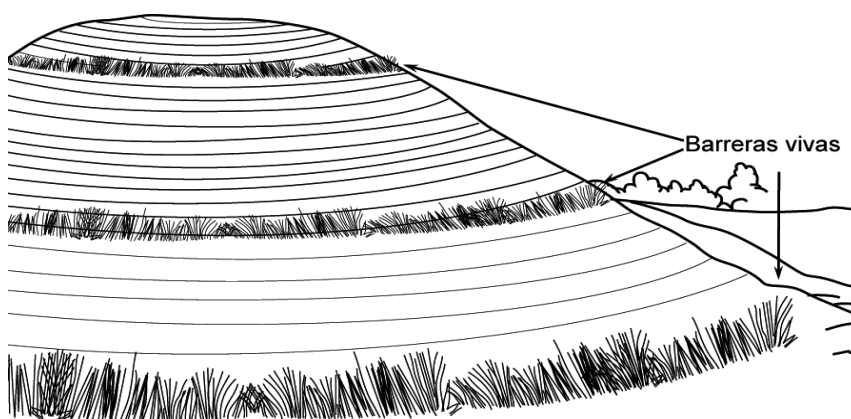


Figura 18. Método de aplicación de barreras vivas

Fuente: Fundación Hondureña de investigación agrícola (2004). *Prácticas de conservación de suelo*, 20.

Recomendaciones

- ✓ Utilizar especies de crecimiento rápido y de raíces profundas
- ✓ De preferencia utilizar especies que existan en la zona
- ✓ En pendientes fuertes utilizar especies como: árboles o arbustos
- ✓ Proporcionar mantenimiento a las barreras vivas para que estas cumplan su función.

La primera barrera se debe establecer cerca de la cima del terreno, mientras que la ubicación de las siguientes barreras dependerá de la pendiente. Para las pendientes fuertes ($>25\%$), las barreras deben quedar aproximadamente a 10 m de distancia entre sí. Para las pendientes moderadas (15-30%), deje 15 m de distancia y para las pendientes suaves (0-15%), 20 m (Figura 19).

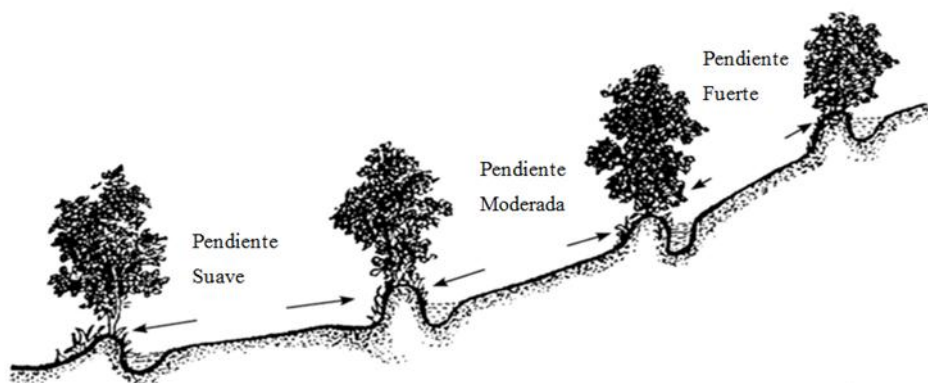


Figura 19. Distancia entre barreras vivas

Fuente: Conant y Fadem (2011). *Guía comunitaria para la salud ambiental*, 290.

Para el trazado de las curvas a nivel se debe utilizar el nivel tipo “A” también llamado aparato tipo “A”, esta herramienta permite delinear las curvas de nivel horizontales de las laderas. Está formado por tres varas o palos amarrados en forma de A y una plomada en el centro (Figura 20).



Figura 20. Instrumento nivel tipo “A”

Fuente: Conant y Fadem (2011). *Guía comunitaria para la salud ambiental*, 290.

4.3.3.4. Rotación de cultivos

Consiste en realizar la siembra alternada de varios cultivos de diferentes familias (Tabla 15), con necesidades nutritivas distintas en una misma parcela, esto evita la proliferación de plagas, enfermedades y maleza (Gómez y García, 1998).

Tabla 15. Familias de plantas utilizadas para rotación de cultivos

Ciclo	Familia	Cultivo
1°	Leguminosas	Fréjol, haba, arveja, vicia
2°	Gramíneas	Avena, cebada, trigo
3°	Solanáceas	Tomate, papa
4°	Crucíferas	Nabo forrajero, repollo, brócoli
5°	Euforbiáceas	Yuca
6°	Umbelíferas	Zanahoria, apio

Fuente: Instituto Nacional Tecnológico Nicaragua (2016). *Guía metodológica para la conservación de suelo*, 24.

El objetivo principal de la rotación de cultivos es permitir que el suelo recupere sus nutrientes, para lo cual se debe establecer intervalos de siembra (Tabla 16).

Tabla 16. Tiempo establecido para rotación de cultivos

Intervalos	Cultivos
Se puede sembrar el mismo cultivo	cebolla, zanahoria, apio
1 año de descanso	maíz, repollo, brócoli, cebada, trigo
Más de 2 años	papa, yuca, fréjol, haba, arveja
Más de 5 a 6 años de descanso	tomate

Fuente: Instituto Nacional Tecnológico Nicaragua (2016). *Guía metodológica para la conservación de suelo*, 27.

Beneficios

- ✓ Mantiene el suelo cubierto
- ✓ Promueve el equilibrio biológico, disminuyendo los ciclos de plagas y enfermedades
- ✓ Permite un mejor aprovechamiento del área de cultivo
- ✓ Incorpora los rastrojos después de la cosecha
- ✓ Genera un costo mínimo de producción

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En la parroquia de Pimampiro se identificó que más de la mitad de sus suelos están afectados por problemas de erosión, esto ha provocado que anualmente se pierda más de 15 toneladas de suelo por hectárea.
- El crecimiento de la producción agrícola en la parroquia, ha llevado a la explotación de zonas con pendientes mayores a 25%, donde no es recomendable realizar agricultura.
- El uso de suelo para la agricultura en zonas con pendientes superiores al 25% ha generado degradación y pérdida de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Se identificó que las variables físicas de suelo analizadas, en cultivos de maíz y fréjol en áreas con erosión severa y normal, no presentan diferencia, en donde no se identificó problemas de compactación de suelo.
- Mediante el análisis de las variables químicas, se identificó que existe deficiencia de nitrógeno en los cultivos de maíz y fréjol, en suelos con erosión severa y normal.

5.2. Recomendaciones

- Continuar con esta investigación acerca de la evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo en la parroquia Pimampiro, mediante análisis de laboratorio, tomando en consideración el suelo con cultivos transitorios que quedan por estudiar.
- Aplicar las estructuras conservacionistas planteadas en la presente investigación, las cuales reducen la degradación del suelo, ayudan a la recuperación y conservación de este recurso, siendo este el punto de partida para la realización de nuevas investigaciones.
- Considerar los datos obtenidos en esta investigación, como base para futuros estudios en la parroquia, en lo que se refiere a análisis de las propiedades del suelo, ya que no se cuenta con investigaciones de este tipo.
- Se recomienda la siembra de maíz en pendientes < 25% de inclinación, debido a que en esta pendiente las propiedades físicas y químicas no están afectadas por problemas erosivos.
- Realizar capacitaciones constantes dirigidas a los ciudadanos de la Parroquia de Pimampiro, sobre el uso y el aprovechamiento sostenible del recurso suelo, lo cual ayudará a conservar y mejorar la producción agrícola en la parroquia.

REFERENCIAS

- Acevedo, C., Sánchez, M. E., Hernández, E. y Améndola, R. (2011). Concentración de Nitrógeno en suelo por efecto de manejo orgánico y convencional. *Tierra Latinoamericana*, 2(29), 325-332.
- Argote, G., y Halanoca, M. (2007). Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno. *Asociación Latinoamericana de Producción*, (12), 8-12.
- Agropecuaria Instituto Nacional de Investigación. (2008). Jornada de abonos verdes: Jardín de abonos verdes de invierno. *Las Brujas*, (9), 10-13.
- Alcántara, G. H. (2011). Pendientes de los suelos del Departamento de Cajamarca. *Aer Inta C*, 25, 11-23
- Andrades, M., y Martinez, E. M. (2014). Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. *Scielo*, (3), 223-240.
- Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R. y Chamen, T. C. (2008). Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación. *Revista FAO*, 3(13), 3-4.
- Bastidas, Y. y Tepud, O. (2014). *Estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo, en sistemas tipificados de café (Coffea arabica L), en el Municipio de La Unión-Nariño* (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, Colombia .
- Cáceres, H. (2017). *Evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en plantaciones de Pinus radiata, en tres sitios de la Región Sierra Ecuatoriana* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador .
- Carvajal, R. (1997). *Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de los Suelos*. Santafé de Bogotá: Fotomecánica, impresión y encuadernación.
- Casanova, E. (2005). Introducción a las ciencias del suelo. *Terra Latinoamericana*, 5(1), 15-25.
- Castiglioni, M., Mazzoni, D. y Chagas, C. (2010). Distribución de poros en una ladera de pampa ondulada cultivada con siembra directa. *Ciencia del Suelo*, 28(2), 243-248.

- Cayuela, L. (2014). *Modelos lineales: Regresión, ANOVA y ANCOVA*. Madrid, España: Tulip.
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). Registro Oficial Suplemento 983. *Ministerio del Ambiente*, (3), 12-13.
- Comisión Asesora Ambiental. (1996). Plan Ambiental ecuatoriano de políticas y estrategias. *Ministerio del Ambiente*, (2), 19-20.
- Consejo Nacional de Planificación. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*, 55, 64-66.
- Constitución de la República del Ecuador. (Octubre de 2008). Norma: Decreto Legislativo sin STATUS. *Registro Oficial 449*, 20 de Octubre de 2008.
- Crespo, G. (2009). Recuperación de la fertilidad del suelo en áreas ganaderas degradadas. *Revista cubana de ciencias agrícolas*, 7(3), 355-360.
- Domínguez, H. (2016). *Estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo, producidas por la quema controlada de vegetación en el municipio Cumaribo, departamento del Vichada* (Tesis de maestría). Universidad de Caldas, Manizales, Colombia .
- Escobar, I., Zayas, I. U., Viruliche, L. y Petitón, J. (2013). Labranza mínima y efecto alelopático en la producción de frijol común en la Empresa Agropecuaria 19 de Abril de la provincia Mayabeque. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3), 46-48.
- Espejel, A., Romero, J., Barrera, A., Torres, B. y Félix, J. (2015). Determinación del uso potencial agrícola mediante modelación Geoespacial y análisis multicriterio para la cuenca balsas mezcala. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11(5), 77-95.
- FAO. (2015). Propiedades físico-químicas del suelo. *FAO Rev*, (2), 12-15.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (2011). Guía sobre prácticas de conservación de suelos . *FHIA*, (2), 18-20.
- García, A. (2012). *Los abonos verdes* . Tenerife : Agro Cabildo.
- García, G. (2011). *Colección "Buenas prácticas"*. Nueva Guatemala, Guatemala: Serviprensa.
- GEO Ecuador. (2008). Informe sobre el estado del medio ambiente. *Rispergraf*, (1), 6-10.

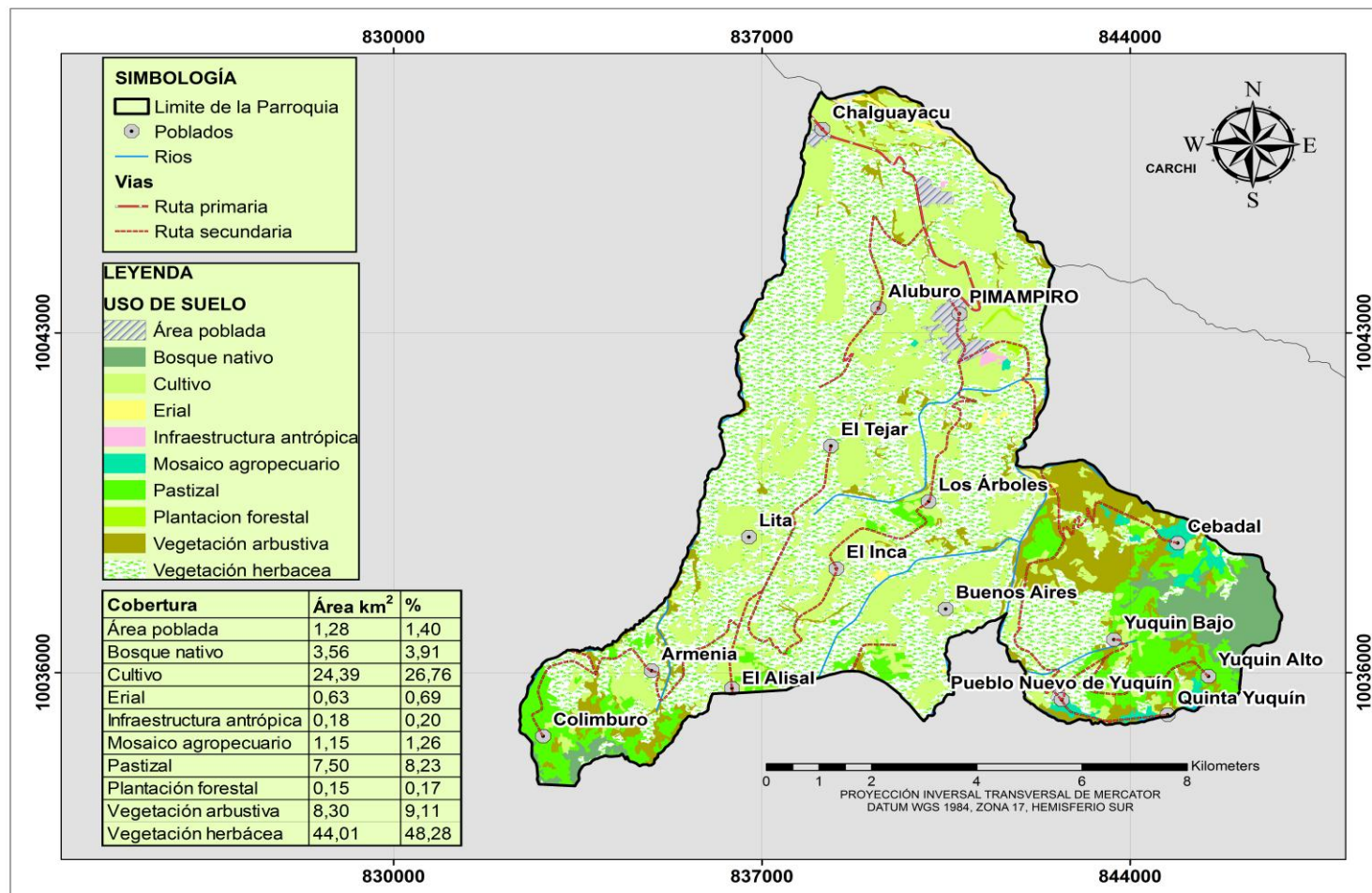
- Giller, K. (2001). Nitrogen fixation in tropical cropping systems. *Wallingford*, (5), 22-27.
- Gómez, A. y García, B. (1998). *Manejo y conservación de suelos de ladera*. Nariño, Colombia: Corpoica.
- Gutiérrez, N. y Oleszczuk, J. (2000). Efectos del manejo del suelo sobre la densidad aparente y la resistencia mecánica a la penetración. *Nordeste*, (3), 23-25.
- Hernán, C. M. y Castellanos, A. E. (2011). Mineralización del nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. *Terra Latinoamericana*, 29(3), 343-356.
- Hill, M., Clérico, C., Mancassola, V. y Sánchez, G. (2015). Estimación de pérdidas de suelo por erosión hídrica en tres diferentes sistemas de manejo hortícola del sur de Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, (7), 10-15.
- Hossne, G. (2008). La densidad aparente y sus implicaciones agrícolas en el proceso expansión/contracción del suelo. *Terra Latinoamericana*, 26(3), 195-202.
- Ibañez, J. J. (2008). ¿Qué es la fertilidad del suelo?: fertilidad Física, Química y Biológica. *Ciencias de la tierra*, 5(12), 35-50.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos,. (23 de Octubre de 2010). Censo de población y Vivienda. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>.
- Jaurixje, M., Torres, D., Mendoza, B., Henríquez, M. y Contreras, J. (2013). Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con las actividades biológicas bajo diferentes manejos en la zona de Quibor, Estado Lara. *Umbral Científico*, 25(1), 47-56.
- López, F. (1994). Degradación del suelo ¿Fatalidad climática o mala gestión humana? Hacia una gestión sostenible del recurso en el contexto mediterráneo. *Papeles de Geografía*, (12), 49-64.
- Mataix, S. J. (1999). *Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales: contribución a su conservación y regeneración* (Tesis de Doctorado). Universidad de Alicante, España.

- Meléndez, G. (2012). *Evaluación de las propiedades físicas en un suelo cultivado con caña de azúcar (Saccharum Officinarum), Bajo la aplicación de biosólidos* (Tesis de grado). Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Morales, D., La Manna, L. y Buduba, C. (2010). Propiedades químicas de suelos desarrollados sobre distintos materiales originales bajo bosques de *Austrocedrus chilensis*. *FCA UNCuyo*, 42(1), 185-200.
- Navarro, G., y Navarro, G. S. (2013). Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas. *Mundi-Prensa*, 2(3), 279-297.
- Noni, G. y Trujillo, G. (1986). La Erosión actual y Potencial en Ecuador: Localización, Manifestaciones y Causas. *Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica*, (22), 10-20.
- PDOT-Pimampiro. (2011-2031). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Cipradec.
- Pérez, A. L. (2000). *Técnicas de muestreo estadístico: teoría, práctica y aplicaciones informáticas*. España : Alfaomega Grupo Editor .
- Ponce, T. H. (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e investigación*, (1), 13-15.
- Porta, J., López, M. y Roquero, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. México: Silsoe.
- Pourrut, P. (1983). *Los climas del Ecuador: fundamentos explicativos*. Quito, Ecuador: ORSTOM y Programa Nacional de Regionalización Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Richmond, P. F., y Rillo, S. N. (2005). Caracterización de la dinámica de incorporación de residuos de cosecha al suelo en un sistema agrícola en siembra directa en el centro-oeste de Buenos Aires. *AER INTA*, (3) 12.
- Rivera, R., Martín, G., y Pérez, D. (2007). Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de forraje de *Vicia Sativa L.* y *Vicia Villosa Roth.* consociada con *Avena Sativa L.* *Revista Argentina de Producción Animal*, 2(1), 153-154.

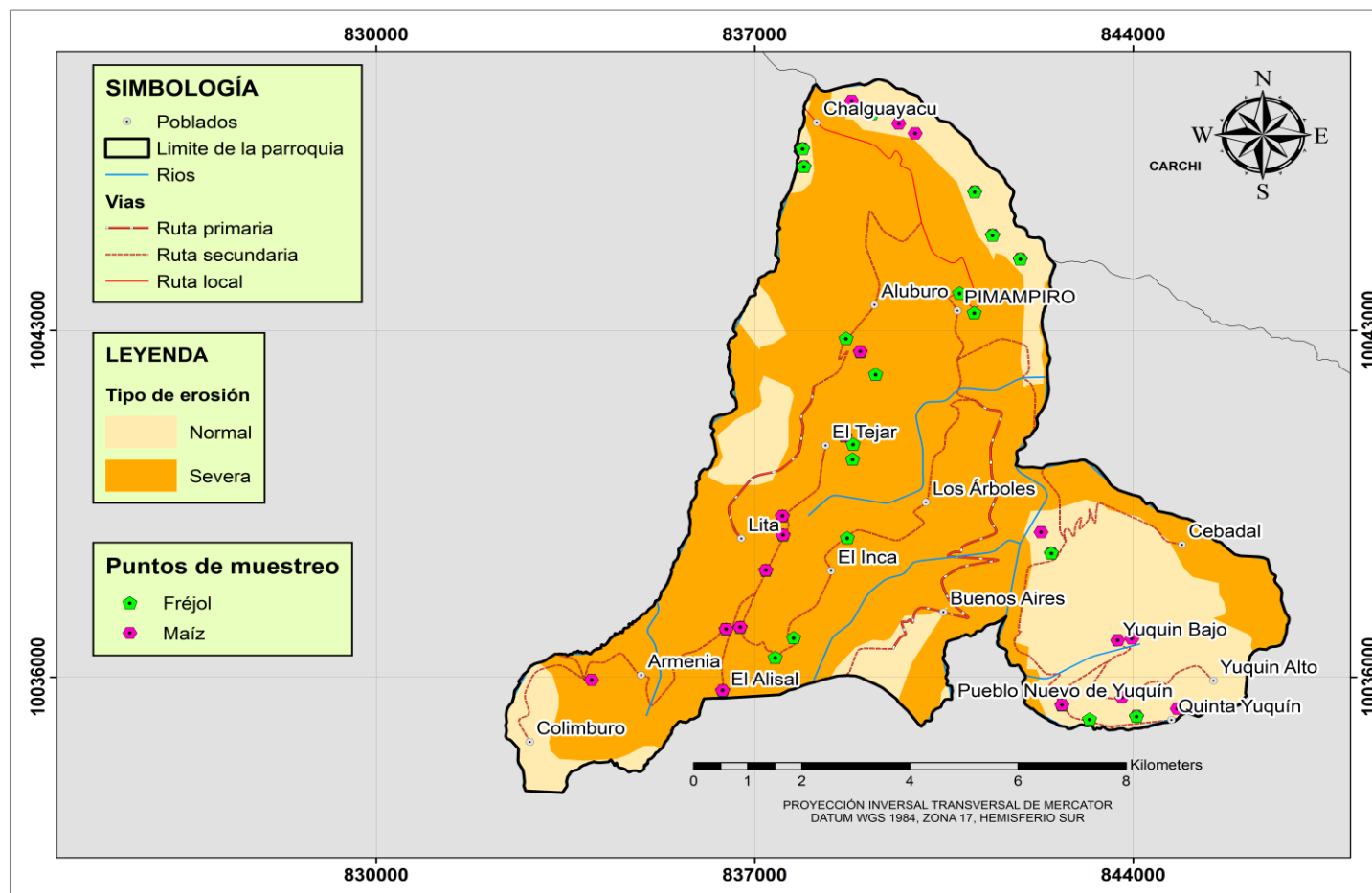
- Ríos, M., Ruiz, M., Maduro, R. y García, H. (2010). Estudio exploratorio de las propiedades físicas de suelos y su relación con los deslizamientos superficiales: Cuenca del río Maracay, estado Aragua-Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, 51(2), 225-247.
- Sánchez, B. V., Valle, O. H. y López, E. (2013). Impacto de la pendiente y tres sistemas de producción sobre el escurrimiento, la erosión y el rendimiento del maíz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, (6), 497-504.
- Sánchez, C. M. y Reyes, P. C. (2015). Ecuador: Revisión a las principales características del recursos forestal y de la reforestación. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, (2), 45-54.
- Sanchez, G. (1993). Las Gramíneas: características generales e importancia. *Institute of Ecology INECOL*, 1(6), 397-412.
- Sanzano, A. (1999). Edafología: El fósforo del suelo. *Química del suelo*, (1), 7-12.
- Sánchez, J. (2007). Producción de inoculantes para leguminosas y gramínea . *Soil Biol*, (7), 23-45.
- Sistema Nacional de Información. (2013). *Mapa de uso actual del suelo*. Quito, Ecuador: Ecuarev.
- Tamhane, R. V., Motiramani , D. P., Donahue , R. L. y Bali, Y. P. (1986). *Suelos: Su química y fertilidad*. Costa Rica: Editorial Diana.
- Thompson, L. y Troeh, F. (2002). Los suelos y su fertilidad. *Reverte*, (4), 100-120.
- Torres, M. (2009). Procedimiento de muestreo de agua, suelo y sedimentos para análisis de residuos de plaguicidas. *Agrocalidad*, (2), 10-30.
- Volverás, B., Amézquita, E. y Campo, J. (2016). Indicadores de calidad física del suelo de la zona cerealera andina del Departamento de Nariño, Colombia. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 17(3), 361-377.
- Wischmeier, W. y Smith, D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. Washington DC, United States: Science, US Department of Agriculture Handbook.

Zamudio, B. A., Vázquez, J., Hernández, J. y Alcantar, G. (2007). Disponibilidad y movimiento vertical de potasio en Fluvisoles con riego por goteo simulado. *Terra Latinoamericana*, 25(3), 287-295.

ANEXOS



Anexo 1. Mapa de uso de suelo y cobertura vegetal



Anexo 2. Puntos de muestreo en cultivos de maíz y fréjol



Anexo 3. Socialización de la investigación en la Parroquia de Pimampiro



Anexo 4. Toma de coordenadas para muestreo



Anexo 5. Toma de muestras de suelo en cultivos de fréjol



Anexo 6. Toma de muestras de suelo en cultivos de maíz

Tabla 17. Resultados de las propiedades físicas en cultivos de maíz y fréjol

Cultivo	Pendiente %	Tipo de Erosión	Textura	Densidad Real (g/ml)	Densidad Aparente (g/ml)
Maíz	0-25	Severa	Franco	2,33	1,15
		Severa	Franco	2,21	1,12
		Severa	Franco	2,25	1,18
	0-25	Normal	Franco	2,04	1,14
		Normal	Franco	2,27	1,07
		Normal	Franco	2,39	1,12
	25-50	Severa	Franco	2,35	1,17
		Severa	Franco	2,16	1,30
		Severa	Franco	2,14	1,24
	25-50	Normal	Franco	2,40	1,24
		Normal	Franco	2,27	1,15
		Normal	Franco	2,14	1,07
	>50	Severa	Franco Arcilloso	2,09	1,51
		Severa	Franco	2,21	1,13
		Severa	Franco	2,37	1,16
Fréjol	0-25	Normal	Franco Arenoso	2,29	1,09
		Normal	Franco	2,54	1,11
		Normal	Franco	2,10	1,19
	0-25	Severa	Franco Arenoso	2,26	1,27
		Severa	Franco	2,12	1,37
		Severa	Franco	2,40	1,38
	0-25	Normal	Franco Arenoso	2,31	1,26
		Normal	Franco Arenoso	2,14	1,31
		Normal	Franco	2,14	2,03
	25-50	Severa	Franco Arenoso	2,21	1,56
		Severa	Franco	2,15	1,04
		Severa	Franco	2,12	1,26
	25-50	Normal	Franco Arenoso	2,27	1,34
		Normal	Franco	2,26	1,46
		Normal	Franco Arenoso	2,23	1,52
	>50	Severa	Franco	2,22	1,24
		Severa	Franco	2,23	1,13
		Severa	Franco	2,12	1,19
	>50	Normal	Franco Arenoso	2,12	1,30
		Normal	Franco Arenoso	2,26	1,38
		Normal	Franco Arenoso	2,54	1,24

Tabla 18. Resultados de las propiedades químicas en cultivos de maíz y fréjol

Cultivo	Pendiente %	Tipo de Erosión	pH	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (mg kg ⁻¹)	Potasio (cmol kg ⁻¹)
Maíz	0-25	Severa	5,7	3,56	0,18	70,60	0,49
			5,7	3,57	0,18	75,10	0,23
			6,7	2,73	0,14	40,60	0,48
	0-25	Normal	8,1	2,45	0,12	45,00	0,34
			8,1	2,36	0,12	42,40	0,29
			8,1	2,44	0,12	47,40	0,31
	25-50	Severa	6,2	2,78	0,14	10,70	0,44
			6,2	3,10	0,15	23,40	0,51
			7,3	2,21	0,11	20,60	0,82
	25-50	Normal	7,0	3,95	0,20	178,60	1,00
			7,3	3,40	0,17	179,80	1,20
			7,1	3,80	0,19	179,70	0,91
	>50	Severa	6,5	2,04	0,10	20,70	0,32
			5,3	3,40	0,17	75,60	0,25
			8,1	1,77	0,09	12,70	0,55
	>50	Normal	7,3	3,46	0,17	179,00	1,01
			7,0	4,16	0,21	178,80	0,94
			7,1	3,76	0,19	179,90	0,97
Fréjol	0-25	Severa	7,8	1,32	0,07	101,50	1,04
			6,7	2,63	0,13	31,50	0,65
			6,8	2,62	0,13	30,70	0,81
	0-25	Normal	7,5	1,39	0,07	86,20	0,88
			7,6	1,21	0,06	89,40	0,95
			7,6	1,28	0,06	80,10	1,00
	25-50	Severa	7,1	1,69	0,08	127,00	0,88
			7,3	3,10	0,15	62,80	3,08
			6,6	2,92	0,15	51,00	0,81
	25-50	Normal	7,1	1,20	0,06	126,50	1,04
			7,2	1,02	0,05	123,50	0,99
			7,2	1,16	0,05	127,40	0,87
	>50	Severa	6,1	2,74	0,14	21,00	1,63
			6,1	2,80	0,14	22,60	1,28
			6,1	2,59	0,13	21,70	1,79
	>50	Normal	7,3	0,48	0,02	60,40	1,13
			7,9	0,45	0,02	74,40	1,14
			7,9	0,42	0,02	74,50	1,22

Tabla 19. Análisis de varianza densidad real

F.V.	gl	F	p-valor
Bloque	2	4E-03	1,00 ns
Cultivo	1	0,37	0,55 ns
Pendiente	2	0,12	0,89 ns
Erosión	1	0,97	0,33 ns
Cultivo*Pendiente	2	0,04	0,96 ns
Cultivo*Erosión	1	4E-03	0,95 ns
Pendiente*Erosión	2	1	0,39 ns
Cultivo*Pendiente*Erosión	2	0,04	0,96 ns
Error	22		
Total	35		

Tabla 20. Análisis de varianza densidad aparente

F.V.	gl	F	p-valor
Bloque	2	0,78	0,47 ns
Cultivo	1	9,64	0,01 ns
Pendiente	2	0,49	0,62 ns
Erosión	1	0,38	0,55 ns
Cultivo*Pendiente	2	1,76	0,19 ns
Cultivo*Erosión	1	4,64	0,04 *
Pendiente*Erosión	2	0,19	0,83 ns
Cultivo*Pendiente*Erosión	2	4E-03	1,00 ns
Error	22		
Total	35		

Tabla 21. Análisis de varianza pH

F.V.	gl	F	p-valor
Bloque	2	1,40	0,27 ns
Cultivo	1	1,12	0,30 ns
Pendiente	2	1,04	0,37 ns
Erosión	1	26,39	<0,0001 **
Cultivo*Pendiente	2	0,16	0,86 ns
Cultivo*Erosión	1	0,90	0,35 ns
Pendiente*Erosión	2	2,40	0,11 ns
Cultivo*Pendiente*Erosión	2	4,95	0,02 *
Error	22		
Total	35		

Tabla 22. Análisis de varianza materia orgánica

F.V.	gl	F	p-valor
Bloque	2	2,09	0,15 ns
Cultivo	1	80,27	<0,0001 **
Pendiente	2	0,91	0,42 ns
Erosión	1	11,82	0,00 ns
Cultivo*Pendiente	2	0,64	0,54 ns
Cultivo*Erosión	1	47,60	<0,0001 **
Pendiente*Erosión	2	1,77	0,19 ns
Cultivo*Pendiente*Erosión	2	12,93	0,00 **
Error	22		
Total	35		

Tabla 23. Análisis de varianza nitrógeno

F.V.	gl	F	p-valor
Bloque	2	1,95	0,17 ns
Cultivo	1	83,24	<0,0001 **
Pendiente	2	0,69	0,51 ns
Erosión	1	12,88	0,00 **
Cultivo*Pendiente	2	0,63	0,54 ns
Cultivo*Erosión	1	49,41	<0,0001 **
Pendiente*Erosión	2	2,08	0,15 ns
Cultivo*Pendiente*Erosión	2	13,71	0,00 **
Error	22		
Total	35		

Tabla 24. Análisis de varianza fósforo

F.V.	gl	F	p-valor
Bloque	2	1,41	0,26 ns
Cultivo	1	4,26	0,05 ns
Pendiente	2	11,67	0,00 **
Erosión	1	105,02	<0,0001 **
Cultivo*Pendiente	2	13,28	0,00 **
Cultivo*Erosión	1	16,44	0,00 **
Pendiente*Erosión	2	21,45	<0,0001 **
Cultivo*Pendiente*Erosión	2	14,76	0,00 **
Error	22		
Total	35		

Tabla 25. Análisis de varianza potasio

F.V.	gl	F	p-valor
Bloque	2	0,23	0,80 ns
Cultivo	1	16,87	0,00 **
Pendiente	2	3,99	0,03 *
Erosión	1	3E-03	0,96 ns
Cultivo*Pendiente	2	0,24	0,79 ns
Cultivo*Erosión	1	5,21	0,03 *
Pendiente*Erosión	2	0,15	0,86 ns
Cultivo*Pendiente*Erosión	2	2,25	0,13 ns
Error	22		
Total	35		

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0432
 Fecha emisión informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Stalin Parra

Dirección¹: Calle Espejo y Paquilla

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹:
Pimampiro

Teléfono¹: 0994519590

Correo Electrónico¹: stalin_parra@yahoo.es

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0450

N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Maíz	
Provincia ¹ : Imbabura	X: 169568
Cantón ¹ : Pimampiro	Y: 100399251
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Stalin Parra	
Fecha de muestreo ¹ : 11-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0563	CMC-08-25-50	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,16
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,78
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,14
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	10,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,44
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,17
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,35
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	40
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	34
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	26
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y
 CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR

Anexo 7. Resultados de análisis de suelo Laboratorio Agrocalidad

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 4
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0414
 Fecha emisión Informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Darío Cabascango
Dirección¹: Av. Teodoro Gómez y Juan Fco. Cevallos
Provincia¹: Imbabura **Cantón¹:** Ibarra
Teléfono¹: 0997330507
Correo Electrónico¹: dorisms16@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0451
N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra¹: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo¹: Maíz	
Provincia¹: Imbabura	Coordenadas¹: X: 174738 Y: 10035430 Altitud: ----
Cantón¹: Pimampiro	
Parroquia¹: Pimampiro	
Muestreado por¹: Darío Cabascango	
Fecha de muestreo¹: 12-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0545	CMN-8-25-50	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,01
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	3,95
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,20
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	178,6
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,00
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,24
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,40
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	48
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	38
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	14
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliares y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y
 CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS**
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 4
	Hoja 1 de 2	

laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0437
Fecha emisión Informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Stalin Parra
 Dirección¹: Calle Espejo y Paquilla
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Pimampiro
 Teléfono¹: 0994519590
 Correo Electrónico¹: stalin_parra@yahoo.es
 N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0450
 N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Maíz	
Provincia ¹ : Imbabura	X: 168789
Cantón ¹ : Pimampiro	Y: 10037003
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Stalin Parra	
Fecha de muestreo ¹ : 11-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0568	CMC-13-0-25	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,70
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	3,56
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,18
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	70,6
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,49
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,15
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,33
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	34
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	46
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	20
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Francoso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 4
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-119-0424
 Fecha emisión Informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Dario Cabascango

Dirección¹: Av. Teodoro Gómez y Juan Fco. Cevallos

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

Teléfono¹: 0997330507

Correo Electrónico¹: dorisms16@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0451

N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Maíz	
Provincia ¹ : Imbabura	Coordenadas ¹ : X: 170887
Cantón ¹ : Pimampiro	Y: 10047375
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Dario Cabascango	
Fecha de muestreo ¹ : 12-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0555	CMN-4-0-25	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	8,12
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,45
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,12
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	45,0
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,34
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,14
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,04
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	44
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	42
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	14
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Folíares y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y
 CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS**
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 4
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0417
 Fecha emisión Informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Dario Cabascango

Dirección¹: Av. Teodoro Gómez y Juan Fco. Cevallos

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

Teléfono¹: 0997330507

Correo Electrónico¹: dorisms16@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0451

N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Maíz	
Provincia ¹ : Imbabura	X: 175992
Cantón ¹ : Pimampiro	Y: 10035019
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Dario Cabascango	
Fecha de muestreo ¹ : 12-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0548	CMN 11-50	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,29
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	3,46
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,17
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	179,0
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,01
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,09
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,29
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	52
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	34
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	14
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arenoso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL RÍTO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Via Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: 1N-SFA-E19-0440
 Fecha emisión Informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Stalin Parra

Dirección²: Calle Espejo y Paquilla

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹:
Pimampiro

Teléfono¹: 0994519590

Correo Electrónico¹: stalin_parra@yahoo.es

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0450

N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Maíz	
Provincia ¹ : Imbabura	X: 171013
Cantón ¹ : Pimampiro	Y: 10042568
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Stalin Parra	
Fecha de muestreo ¹ : 11-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0571	CMC-2->50	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	8,06
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,77
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,09
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	12,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,55
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,16
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,37
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	48
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	36
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	16
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y
 CONTROL RÍTO Y ZOOSANITARIO
**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS**
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02 2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0439
 Fecha emisión Informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Stalin Parra

Dirección¹: Calle Espejo y Paquilla

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹:
Pimampiro

Teléfono¹: 0994519590

Correo Electrónico¹: stalin_parra@yahoo.es

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0450

N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Fréjol	
Provincia ¹ : Imbabura	Coordenadas ¹ : X: 170750 Y: 10042840 Altitud: ----
Cantón ¹ : Pimampiro	
Parroquia ¹ : Pimampiro	
Muestreado por ¹ : Stalin Parra	
Fecha de muestreo ¹ : 11-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0570	CFC-1-0-25	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,77
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,32
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,07
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	101,5
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,04
		Densidad Apparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,27
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,26
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	58
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	26
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	16
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arenoso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y
 CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS**
 TUMBAO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 4
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0443
 Fecha emisión informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Stalin Parra

Dirección¹: Calle Espejo y Paquilla

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹:
Pimampiro

Teléfono¹: 0994519590

Correo Electrónico¹: stalin_parra@yahoo.es

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0450

N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Fréjol	
Provincia ¹ : Imbabura	X: 170879
Cantón ¹ : Pimampiro	Coordenadas ¹ : Y: 10040701
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Stalin Parra	
Fecha de muestreo ¹ : 11-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0574	CFC-05-0-25	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,34
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	3,10
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,15
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	62,8
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	3,08
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,04
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,15
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	36
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	38
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	26
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y
 CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS**
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0449
 Fecha emisión informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Stalin Parra
 Dirección¹: Calle Espejo y Paquilla
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Pimampiro
 Teléfono¹: 0994519590
 Correo Electrónico¹: stalin_parra@yahoo.es
 N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0450
 N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Fréjol	
Provincia ¹ : Imbabura	
Cantón ¹ : Pimampiro	Coordenadas ¹ : X: 172852
Parroquia ¹ : Pimampiro	Y: 10043752
Muestreado por ¹ : Stalin Parra	Altitud: ----
Fecha de muestreo ¹ : 11-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0580	CFC-18-25-50	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,79
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,62
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,13
		Fosforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	30,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,81
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,38
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,40
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	42
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	36
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	22
		Clase Textura*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 4
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0415
 Fecha emisión informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Darío Cabascango
 Dirección¹: Av. Teodoro Gómez y Juan Fco. Cevallos
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0997330507
 Correo Electrónico¹: dorisms16@hotmail.com
 N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0451
 N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Fréjol	
Provincia ¹ : Imbabura	X: 175247
Cantón ¹ : Pimampiro	Y: 10035147
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Darío Cabascango	
Fecha de muestreo ¹ : 12-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0546	CFN-09-25-50	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,13
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,20
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	126,5
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,04
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,34
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,27
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	54
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	28
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	18
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arenoso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y
 CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS**
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 4
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0430
 Fecha emisión Informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Darío Cabascango
 Dirección¹: Av. Teodoro Gómez y Juan Fco. Cevallos
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0997330507
 Correo Electrónico¹: dorisms16@hotmail.com
 N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0451
 N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Fréjol	
Provincia ¹ : Imbabura	X: 173543
Cantón ¹ : Pimampiro	Coordenadas ¹ : Y: 10045211
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Darío Cabascango	
Fecha de muestreo ¹ : 12-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0561	CFN-17->50	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,94
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,45
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,02
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	74,4
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,14
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,38
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,26
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	76
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	14
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	10
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arenoso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y
 CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS**
 TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E19-0447
 Fecha emisión Informe: 27/03/2019

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Stalin Parra
 Dirección¹: Calle Espejo y Paquilla
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Pimampiro
 Teléfono¹: 0994519590
 Correo Electrónico¹: stalin_parra@yahoo.es
 N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-0450
 N° Factura/Documento: 006-001-0162

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo ¹ : Fréjol	
Provincia ¹ : Imbabura	X: 170768
Cantón ¹ : Pimampiro	Y: 10038812
Parroquia ¹ : Pimampiro	Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Stalin Parra	
Fecha de muestreo ¹ : 11-03-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-03-2019
Fecha de recepción de la muestra: 13-03-2019	Fecha de finalización de análisis: 27-03-2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-0578	CFC-16-501	pH	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,13
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,59
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,13
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	21,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,79
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,19
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,12
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	36
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	44
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	20
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Rusbel Jaramillo


Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas


AGROCALIDAD
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR